

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**PCT**

**WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION**

**THE INTERNATIONAL BUREAU**

**INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED BASED ON THE PATENT COOPERATION  
TREATY**

(11) International Kokai [laid-open] No. : **WO 94/25259** ✓

(21) International Application No. : PCT/IB94/0078

(22) International Application Date : April 22, 1994 (22.04.94)

(30) Priority Data

Japanese Patent Application No. Hei 5[1993]/120932 April 22, 1993 (22.04.93) JP

Japanese Patent Application No. Hei 5[1993]/309726 November 15, 1993 (15.11.93) JP

(43) International Kokai [laid-open] Publication Date : November 10, 1994 (10.11.94)

(51) International Patent Classification 5

**B29D 31/00, B23K 26/00, B28D 1/00**

**(54) TITLE OF THE INVENTION**

**THIN MESH MATERIAL, MANUFACTURING METHOD OF THE SAME, AND  
MANUFACTURING DEVICE OF THE SAME**

**(57) ABSTRACT**

The present invention provides a mesh material that places no limitations on the types of material that is used, and in particular, allows use of mesh materials showing excellent corrosion resistance, chemical resistance, and safety on human body, and also the holes of said mesh material may be of optional shapes or cross-sectional shapes; and manufacturing technologies of the same. A thin mesh material (7) is manufactured by first shaping excimer laser beam (L) that is discharged from an excimer laser oscillator (12) by passing this through plural numbers of aperture patterns (2) of a mask (1), and by passing this through an optic system such as object lens (3) and the like to irradiate excimer laser beam (L) on a thin material (5) comprising polymers such as, for instance, polysulfone or polyester and the like that is fixed on a work stage to form images of said aperture patterns (2) to process plural numbers of mesh holes on said thin material to be used as, for instance, inhaler and the like.

**(71) Applicant (on all designated countries excluding USA)**

OMRON CORPORATION [JP/JP]

10-banchi, Hanazono Shido-cho, Ukyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto-fu (616), Kyoto, (JP)

**(72) Inventors; and**

**(75) Inventors/Applicants [only on USA]**

Hirokazu TANAKA [JP/JP]

Jiro TAKEDA [JP/JP]

Kazuhito NAKAMURA [JP/JP]

10-banchi, Hanazono Shido-cho, Ukyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto-fu (616) Kyoto, (JP)

(74) Agent

Hisamaru HANADA, patent agent

901, Sai 28 Hacchobori, Chugin, 8, 1-chome, Nada, Chuo-ku, Tokyo (104), Tokyo (JP)

(81) Countries of designation

(82) CA, US, EUROPEAN PATENTS (AT, BE, CH, DE, CK, ES, FR, GB, GR, IT, IT, LU, MC, NL, PT, SE)

Attached documents: International Search Report

Prior to limit period of correction of scope of the claims; and will be republished upon receipt of correction.

TO BE USED ONLY FOR THE PURPOSE OF INFORMATION

CODES USED TO DETERMINE COUNTRIES OF PCT AFFILIATES IN THE PAGE 1 OF INTERNATIONAL APPLICATION PAMPHLETS PUBLISHED BASED ON THE PCT.

AM Armenia, AT Austria, AU Australia, BB Barbados, BE Belgium, BF Burgina Fazzo, BG Bulgaria, BJ Benin, BR Brazil, BY Bellaluche, CA Canada, CF Central Africa Republic, CG Congo, CH Switzerland, CI Court Diboal, CM Cameroon, CH China, CS Czechoslovakia, CZ Czech Republic, DE Germany, DK Denmark, EE Estonia, ES Spain, FI Finland, FR France, GA Gabonese, GB Great Britain, GE Grudziadz, GN Guinea, GR Greece, HU Hungary, IE Ireland, IT Italy, JP Japan, KE Kenya, KG Kirgistan, KP Democratic People's Republic of Korea, KR Korea Republic, KZ Kazakhstan, LI Liechtenstein, LK Sri Lanka, LT Lithuania, LU Luxembourg, LV Latvian, MC Monaco, MD Mordovia, MG Madagascar, ML Mali, MN Mongolia, MR Mauritania, MW Mwali, NE Niger, NL Netherlands, NO Norway, NZ New Zealand, PL Poland, PT Portugal, RO Romania, RU Russia Union, SD Sudan, SE Sweden, SI Slovenia, SK Slovakia Republic, SN Senegal, TD Chad, TJ Tajikistan, TT Trinidad Tobago, UA Ukraine, US United States of America, UZ Uzbekistan, VN Vietnam

[Amendments: All pages of the documents states replacements paced on the Article 26. Translator's note]

[note: All names, addresses, company names, and brand names are translated in the most common manner. Japanese language does not have singular or plural words unless otherwise specified with numeral prefix or general form of plurality suffix. Translator's note]

## **SPECIFICATION**

### **THIN MESH MATERIAL, MANUFACTURING METHOD OF THE SAME, AND MANUFACTURING DEVICE OF THE SAME**

#### **TECHNICAL FIELDS**

This invention relates to thin mesh materials, manufacturing method of the same, and manufacturing device of the same. In further detail, this invention relates to thin mesh material to which a high density fine mesh process is applied, manufacturing method of said thin mesh material using UV ray, and manufacturing device of said thin mesh material.

#### **BACKGROUND**

Figure 26 illustrates a schematic cross-sectional view of general structure of ultrasonic wave oscillation type inhaler (atomization device) (101) of atomization type. According to this inhaler (101), a mesh (102) having plural numbers of fine mesh holes (103) as illustrated in the Figure 27 is fixed on top part of a casing (104); and top plane of oscillator (105) showing a mushroom shape is pressed against lower plane of the mesh (102); and lower end part of oscillator (105) is immersed in a chemical solution (107) that is retained in a tank (106). In addition, a hole that suctions up chemical solution (108) is arranged at the center of oscillator (105) penetrating through its top plane to the lower end plane.

When said oscillator (105) is oscillated in up/down motion, the mesh (102) that is pressed against oscillator (105) at appropriate force resonates with fine oscillation of the oscillator (105). When mesh (102) resonates, load generates between said mesh (102) and oscillator (105) to allow suction of chemical solution within the tank (106) through the chemical solution suction hole (108) to the top plane of the oscillator (105). In this manner, the chemical solution (107) that is suctioned between mesh (102) and oscillator (108) passes through fine mesh holes (103) by oscillation of said mesh (102), and atomized chemical solution is sprayed out to outer atmosphere.

The mesh (102) that is used for above-explained inhaler (101) must be able to convert chemical solution to micro-particles (atomization); and therefore, it must be composed of sufficiently fine multiple numbers of mesh holes (103) as illustrated in the Figure 27; and material that shows excellent toughness and corrosion resistance is required. In addition, in the case of medical treatment device such as said inhaler (101), chemical resistance of the material as well as safety on human body are required.

As for the method that processes mesh (102) having fine mesh holes (103) in one time, an electroforming method, an etching method, or a discharge processing method is known. However, the mesh (102) that is manufacturing by electroforming method shows poor corrosion resistance because only the specific metals such as nickel (although Au may be used, it is expensive) can be used as said mesh material; and in addition, the mesh that is made of nickel (102) cannot be used as medical treatment device from the standpoint of safety on human body as it uses heavy metals to restrict its applications. Although a method that applies surface treatment such as gold plating on the surface of nickel made mesh (102) may be also mentioned, it is not possible to totally eliminate pin holes of gold plating and the like, and it cannot be stated that an elution of nickel can be completely prevented.

In addition, according to above-explained inhaler (101), effect of reaching a subjected region may vary according to the atomized particle diameter; and atomized particle diameter is greatly affected by hole shape or cross-sectional shape of the mesh holes (103). Above all, as it is necessary to resonate said mesh (102) with the oscillator (105) in the case of above-explained inhaler, thickness of the mesh (102) is strictly dominated by the oscillation rate of said oscillator (105).

However, according to the mesh manufacturing method by electroforming, there is a correlation between mesh material thickness and cross-sectional shape of the mesh holes (103), and because shape of mesh holes (103) is restricted based on mesh material thickness, a mesh hole (103) showing a semi-spherical cross section only that is illustrated in the Figure 28 could be obtained. In addition, electroforming method requires design of mesh holes (103) showing regular arrangement as well as shape illustrated in the Figure 28 because shape of mesh holes (103) is restricted based on mesh material thickness. Furthermore, optional processing in depth direction of the mesh holes (103) is regarded as difficult; and it is not possible to form mesh holes (103) showing optional cross-sectional shapes.

In addition, according to said electroforming method, design of mesh holes (103) showing regular arrangement as well as shape as illustrate in the Figure 27 is required due to its structural restriction; and it is not possible to form mesh holes (103) showing an irregular arrangement.

In addition, according to said etching method or discharge processing method, because it is difficult to vary the hole diameter of mesh holes (103) in its depth direction, it provides a straight-shaped mesh holes (103) as illustrated in the Figure 29 that does not allow forming of mesh holes (103) with optional cross-sectional shape on the mesh (102); and as a result, it has been not possible to provide, for instance, a sufficient tapering to the mesh holes (103).

This invention was completed based on the defects of prior art explained above; and its objective is to offer a mesh with optional cross-sectional shapes of the mesh holes and does not particularly limit the type of mesh materials used as long as it is of thin material, and in particular, allows use of such mesh material showing excellent corrosion resistance or chemical resistance, and safety on human body; and to offer manufacturing technologies of the same.

#### **DISCLOSURE OF THIS INVENTION**

This invention's thin mesh material has characteristics as such that on a thin material, plural numbers of fine through holes showing high aspect ratio are formed through an irradiation of UV ray beams. As for this thin material, for instance, thin polymer materials, thin ceramic materials, or thin metal materials and the like may be used.

In addition, the manufacturing method of this invention's thin mesh material has characteristics as such that it processes plural numbers of fine through holes on a thin material through an irradiation of UV ray beam.

According to above-explained manufacturing method, it is all right to irradiate plural UV ray beams which are sufficiently smaller than a to-be processed shape of said through hole, and to move subjected work product of thin material and said UV ray beams in a relative manner to form plural numbers of through holes with optional cross-sectional shape simultaneously.

In addition, this invention's manufacturing device for thin mesh material has characteristics as such that is equipped with a measure to irradiate UV ray beams which are sufficiently smaller than a to-be processed shape of said through holes, and a measure to move subjected work product of thin material and said UV ray beams in a relative manner.

According to above-explained manufacturing device of thin mesh material, it is all right to have following measures as well: a measure to irradiate UV ray beams which are sufficiently smaller than a to-be processed shape of said through holes, a measure to memorize processing shape of said through holes, a measure to move said UV ray beams and subjected work product of thin material in a relative manner, a measure to detect processing position that is arranged on said moving measure, a measure to compare and judge position detection signals which have outputted from said processing position detection measure and processing shape that is memorized in said memory measure, and a measure to control said moving measure in accordance with processing shape based on the judgment made by said comparison and judgment and at the same time to output UV ray beam oscillation signals and beam intensity control signals to said irradiation measure.

In addition, manufacturing method of thin mesh material of this invention has characteristics as such that forms through holes with optional cross-sectional shape on a thin material through such process that arranges plural numbers of aperture patterns showing different aperture shape or aperture diameter on a mask, and irradiates UV ray beams which pass through each varied aperture pattern in a sequential manner at the same region of said thin material.

Furthermore, the manufacturing of thin mesh material of this invention has characteristics as such that has a mask having an arrangement of plural numbers of aperture patterns showing different aperture shape or aperture diameter at every set pitch, and this is equipped with a measure to irradiate UV ray beams which pass through each aperture pattern of said mask simultaneously on the thin material to form images, and a measure to send said thin material at every set pitch.

According to this manufacturing device of thin mesh material, it is all right to further have a measure to cut said thin material with formed through holes.

In addition, another manufacturing method of thin mesh material of this invention has characteristics as such that it processes through holes showing variation in aperture diameter in depth direction by projecting images of aperture patterns of the mask on the thin material by UV ray beams, and varying thin material and image forming plane of said images in relative and parallel direction with optical axis of said UV ray beams.

Furthermore, this invention's other manufacturing device of thin mesh material has characteristics as such that includes a measure to generate UV ray beams, a mask having openings of aperture patterns, a projection optical system that projects said images of aperture patterns on a subjected product of thin material, and at the same time, it is capable of varying the projection magnification rate, and a measure to move said thin material in parallel direction to the optical axis of said UV ray beams.

In addition, this invention's one other manufacturing method of thin mesh material has characteristics as such that forms aperture patterns by piling at the least two sheets of sub-masks having apertures to form aperture patterns by piling said apertures, and varies dimension of apertures of said aperture patterns by changing piling level of said apertures, and provides through holes on the thin material by UV ray beams which pass through said aperture patterns.

Furthermore, this invention's one another manufacturing device of thin mesh material has characteristics as such that includes a measure to generate UV ray beams, a mask that is formed by piling at the least two sheets of sub-masks having apertures and is capable of changing aperture dimension of aperture patterns formed by piling of said apertures through changing the level of piling of said sub-masks, a measure to vary level of piling of said sub-masks, and a projection optical system that irradiates UV ray beams which pass through said aperture patterns onto a subjected product of thin material.



According to the thin mesh material relating to this invention, because it is not particularly restricted for the types of mesh material as long as they are of thin materials, it is possible to use, for instance, polymer thin materials or ceramic thin material, or metal thin materials showing corrosion resistance and chemical resistance to give a soft mesh showing excellent corrosion resistance as well as chemical resistance. Above all, because it is possible to use thin materials of many varieties of raw materials, it is possible to select the optimum mesh material according to applications. For instance, when using for medical treatment device and equipment, mesh may be manufactured by using such materials as polysulfone or polyester and the like which are safe on human body and show excellent corrosion resistance and chemical resistance. In addition, mesh material such as, for instance, polyimide and the like may be used for physiochemical device and equipment.

In addition, according to the manufacturing method of thin mesh material of this invention, because fine through holes are processed through irradiation of UV ray beams on a thin material, it is possible to apply a fine mesh process using optional thin materials as raw materials. Above all, it is possible to form through holes showing optional pore shape or optional cross-sectional shapes by controlling the moving pattern of thin material, or scanning pattern of UV ray beams and the like. In particular, it is possible to provide a tapering process in either step-like manner or smooth manner to the through holes.

Furthermore, when UV ray beam that is sufficiently smaller than a to-be processed shape of through holes are irradiated, and through holes are processed by moving said UV ray beams and thin material in relative manner, it is possible to form through holes with optional shapes by scanning method of UV ray beams regardless of the mask for beam shaping; and time that is required for preparation of mask switch can be eliminated. Above all, when plural number of UV ray beams are used, it is possible to form plural numbers of through holes in one time to enable to shorten the processing time.

In particular, it is possible to automate manufacturing of thin mesh material having prescribed mesh holes in following manners: a mask having an arrangement of plural numbers of aperture patterns showing different aperture shapes or aperture diameter is used, and UV ray beams which are shaped in accordance with each varied aperture pattern are irradiated successfully on the thin material, it is possible to change processing shapes of through holes by processing depth. And therefore, it is possible to apply a multi-stage mesh process that is controlled at high precision on the thin material to arrange through holes with optional cross-sectional shapes. In particular, when plural number of aperture patterns showing different aperture shapes or aperture diameter are arranged on the mask as every set pitch, it is possible to process plural number of through holes in one time to not only shorten the processing time, but also productivity of the mesh improves. In addition, said productivity can be further improved when a long thin material showing a hoop-like shape and the like is used to, and this thin material is cut after mesh processing.

In addition, when it is designed to change image forming plane of UV ray beams and thin material in parallel direction to optical axis of UV ray beams in relative manner, it is possible to change level of defocusing of UV ray beams to vary projected area of UV ray beams on the thin material. And therefore, when a distance between image forming plane and thin material is continuously changed with time, it is possible to change the hole diameter in a continuous and smooth manner by processing depth to enable to easily manufacture tapered through holes of which inner circumference planes change smoothly. In addition, it is also possible to shorten the processing time.

In addition, when a mask is formed by piling at the least two sheets of sub-masks having apertures, and aperture patterns are formed by piling said apertures to change dimension of apertures of aperture patterns by varying the level of piling of said apertures, it is possible to attain significant changes on the size of aperture patterns by changing piling level of sub-masks. And therefore, it is possible to form through holes showing various dimensions by changing the size of aperture patterns with one type of mask without exchanging masks or adjusting the optical system. Above all, it is possible to change the size of hole diameter by changing the size of aperture pattern while processing said through holes to enable to



form through holes showing such optional cross-sectional shapes as hole diameter changing either continuously or irregularly by processing depth in short time.

#### **BRIEF EXPLANATION OF THE FIGURES**

Figure 1 illustrates principle drawing that shows manufacturing method of mesh by one example of this invention.

Figure 2 (a) and Figure 2 (b) illustrate diagonal views of manufacturing method of mesh by other example of this invention.

Figure 3 illustrates a schematic structural view that shows mesh manufacturing device by other example of this invention.

Figure 4 illustrates a diagonal view that shows method of manufacturing the mesh by mesh manufacturing device explained above.

Figure 5 illustrates a plane view of mesh manufactured by the mesh manufacturing device explained above.

Figure 6 illustrates a plane view of other mesh manufactured by the mesh manufacturing device explained above.

Figure 7 (a) illustrates a view that shows forming method of mesh holes by the mesh manufacturing device explained above to indicate cross-sectional shape of subjected mesh hole; and Figure 7 (b) illustrates a view of cross-sectional shape of mesh hole that is approximated by a stage-like cross-sectional plane; and Figure 7 (b) illustrates a processing image.

Figure 8 illustrates a view of manufacturing method of mesh by one other example of this invention.

Figure 9 illustrates a structural view that shows mesh manufacturing device of another example of this invention.

Figure 10 (a) and Figure 10 (b) each illustrates frontal view of mask that is used for the mesh manufacturing device explained above.

Figure 11 illustrates schematic diagonal view that shows a state when excimer laser beam is irradiated on the thin material by the mesh manufacturing device explained above.

Figure 12 (a), Figure 12 (b), and Figure 12 ( c ) illustrate cross-sectional views of mesh hole by the examples explained above; and Figure 12 (d) illustrates cross-sectional view that shows finished mesh hole.

Figure 13 illustrates a structural view that shows mesh manufacturing device by one other example of this invention.

Figure 14 illustrates a structural view that shows one example of projection optical system of above explained.

Figure 15 (a) and Figure 15 (b) both illustrate relationship of processing position (defocusing level) of images and processing dimension of the mesh manufacturing device explained above.

Figure 16 (a) illustrates a view that shows changes in defocusing level; and Figure 16 (b) illustrates cross-sectional shape of mesh hole shape that is processed when defocusing level is varied as illustrated in the Figure 16 (a).

Figure 17 (a) illustrates changes in defocusing rate; and Figure 17 (b) illustrates cross-sectional view of mesh hole shape that is processed when defocusing rate is changes as shown in the Figure 17 (a).

Figure 18 (a) illustrates changes in defocusing level; and Figure 18 (b) illustrates cross-sectional shape of mesh hole shape that is processed when defocusing level is varied as illustrated in the Figure 18 (a).

Figure 19 illustrates a structural view that shows mesh manufacturing device by one another example of this invention.

Figure 20 illustrates a frontal view that shows sub-mask shape that constitutes the mask explained above.

Figure 21 (a), Figure 21 (b), and Figure 21 ( c ) illustrate changes in aperture patterns of the mask explained above.

Figure 22 illustrates a frontal view that shows structure of mask drive device that is used for the mesh manufacturing device explained above.

Figure 23 (a), Figure 23 (b), Figure 23 ( c ) and Figure 23 (d) illustrate cross-sectional views of processing sequence of mesh hole by the mesh manufacturing device explained above.

Figure 24 (a), Figure 24 (b), Figure 24 ( c ) , and Figure 24 (d) illustrate cross-sectional view of another processing sequence of mesh hole by the mesh manufacturing device explained above.

Figure 25 illustrates a frontal view of other structure of mask drive device used for the mesh manufacturing device illustrated in the Figure 19.

Figure 26 illustrates a cross-sectional view of structure of an inhaler.

Figure 27 illustrates a plane view that shows partially enlarged mesh that is used for above-explained inhaler.

Figure 28 illustrates a cross-sectional view of the mesh formed by electroforming method.

#### **OPTIMUM FORMAT FOR IMPLEMENTATION OF THIS INVENTION**

Figure 1 illustrates basic principles which show manufacturing method of mesh comprising thin material by one example of this invention. Excimer laser beam (L) that is discharged from an excimer laser oscillator passes through plural number of fine aperture patterns (2) opened on a mask (1) to be beam shaped in prescribed beam shape; and then, they are collected by an object lens (3) to irradiate thin material (mesh material) (5) comprising, for instance, polymers such as polysulfone, polyester, or polyimide and the like that is fixed on a processing stage (4) of XY table device and the like. By doing so, reduced images of aperture patterns of the mask 1 are image formed on the thin material (5); and mesh holes (6) which are similar to the aperture patterns (2) of the mask (1) are mesh processed on the thin material (5) to give a mesh (7). At this time, when focusing distance of object lens is identified as (f), distance from object lens (3) to the mask (1) is identified as (u), and distance from object lens (3) to thin material (5) on the processing stage (4) is identified as (v), these (u), (v) and (f) must satisfy following relationship as conditions to form images of the mask (1) on the thin material (5) based on well known lens formula:

$$(1/u) + (1/v) = 1/f$$

In addition, when reduced rate (=1/magnification rate) of images of aperture patterns (2) formed on the thin film (5) is identified as M, above-explained (u), (v), and (f) may be shown as

$$M = u/v = (u/f) - 1.$$

And therefore, when said reduction rate (M) is determined, positions (u) and (v) of mask (1) and object lens (3) can be determined from the focal distance (f) of object lens (3); and therefore, it is possible to form mesh holes (6) which are similar to the aperture patterns (2) of the mask (1) at optional reduction rate (M).

As illustrated in the Figure 1, when a mask having plural numbers of a aperture patterns (2) is used, it is also possible to form plural number of mesh holes (6) in one time; and it is all right to form mesh (7) having plural numbers of mesh holes (6) by using a mask (1) having one aperture pattern (2) and moving the thin material with processing stage (4) to successfully open mesh holes (6) one at a time.

Figures 2 (a) and (b) illustrate cross-sectional views of manufacturing method of mesh on the thin film by another example of this invention. According to this example, first of all, a metal foil (8) is fixed on a processing stage (4) as illustrated in the Figure 2 (a), and excimer laser beam (L) is beam shaped by a parent mask (10) having one formed aperture pattern (9) through etching and the like; and while moving said metal foil (8) with processing stage (4), excimer laser beam (L) is used to process holes of aperture patterns (2) on the metal foil (8) in such manner so it would be at similar position to that of the mesh holes (6) of the mask (1) to form a mask (1) comprising metal foil (8) having plural number of aperture patterns (2) which are the reduction of said aperture pattern (9). Then, thus prepared mask (1) is fixed to a mask stage, and thin material (5) of, for instance, polyimide and the like is fixed to the processing stage as illustrated in the Figure 2 (b); and plural excimer laser beams (L) which are beam shaped by passing through said mask (1) are used to form plural number of mesh holes (6) on the thin material (5) in one time to give subjected mesh (7). According to this method, it is possible to form a thin mesh material (7) having plural number of mesh holes (6) by starting from the parent mask (1) having only one fairly rough aperture pattern (9).

Figure 3 illustrates a structural view that shows mesh manufacturing device (11) of this invention. According to the Figure 3, (12) refers to an excimer laser oscillator, (13) refers to a mask stage that is used to adjust the position of mask (1) by holding said mask (1), (14) refers to a projection optical system, (15) refers to a total reflection mirror, (16) refers to an object lens that defocuses [note: although original document states the term defocuses, it may be a misprint of image forming. Translator's note] images of aperture pattern (2) on the surface of thin material (5). (17) refers to a processing step for two-dimensional movement such as X-Y stage or r-θ stage that holds thin material (5) and moves in a relative manner to the excimer laser beam (L); and (18) refers to a driver circuit of numeral value control type that is used to control moving speed or position and the like of processing step (17); and processing step (17) is equipped with a processing position detection measure (not shown in the Figure) such as encoder and the like that is used to detect the processing position. In addition, (19) refers to a drive control device (computer); and it is equipped with a memory measure (20) such as floppy disk device or hard disk device to memorize processing shape of the mesh holes (6) which are to be processed, or memory measure (20); and it compares and judges position detection signals outputted from the processing position detection measure and processing shape memorized in the memory measure (20) to output target position signals of processing step (17) to the driver circuit (18) based on that judgment, and at the same time, it outputs beam intensity setting signals used to set the intensity of energy and excimer laser beam oscillation signals to the excimer laser oscillator (12). (21) refers to a display.

The excimer laser beam (L) discharged from the excimer laser oscillator (12) in above-explained manner is first beam shaped as prescribed beam pattern by the mask (1), and then, it passes through projection optical system (14), and after it is reflected at total reflection mirror (15), it passes through object lens (16) to irradiate on the thin material (5) on processing step (17). At this time, position of the mask (1) is adjusted by the mask stage (13), and at the same time, focal distance of projection optical system (14) is adjusted so the aperture patterns (2) of the mask (1) may be adjusted to be missed and stored [note: although original document stages the term missed and stored, it may be a misprint of image forming. Translator's note] on the surface of thin material (5) at prescribed reduction rate (M). The drive control device (19) moves processing step (17) by driver circuit (18) in sequence as pre-programmed based on the shape of mesh holes (6) memorized in the memory measure; and at the same time, it synchronizes and controls oscillation of the excimer laser oscillator to process mesh holes (6) as subjected on the thin material (5).

When this mesh manufacturing device (11) is used, mesh (7) is manufactured , for instance, in the manner as illustrated in the Figure 4. According to this method, the mask (1) given from the parent mask (10) in the same manner as illustrated in the Figure 2 (a) is set on a mask stage (13); and after setting thin material (5) on processing step (17), excimer laser beam (L) is passed through the mask (1) to constrict this to narrower the size of mesh hole (6), and processing step (17) is moved continuously in an annular manner in accordance with mesh hole (6) registered on the memory measure (20) by drive control device (19) to open plural number of mesh holes (6) of optional patterns in one time with excimer laser beams (L) which are narrower than the mesh hole (6). And therefore, according to this method, there is no need to exchange the mask (1) every time when shape of mesh hole (6) changes, and by registering the pattern of mesh hole (6) or moving pattern of the processing step (17) in the memory measure (20), it is possible to form mesh holes (6) of optional shapes.

When it is done as explained above, it is possible to form mesh holes (6) in irregular arrangement on the mask (1) as illustrated in the Figure 5 by not restricting to the mesh pores with circular shape in regular arrangement as illustrated in the Figure 5. It is all right to attain this by forming aperture patterns (2) in irregular arrangement on the mask (1) beforehand, or it is also possible to open mesh holes (6) one at a time in irregular arrangement. In addition, according to the aperture patterns (2) on the mask (1), it is all right to allow mixed presence of mesh holes (6) showing varied size as illustrated in the Figure 5 mesh (7). For instance, it is all right to form aperture patterns (2) of the mask (1) in similar shape as that of mesh hole (6) of the Figure 6, or it is all right to scan excimer laser beam (L) along the edge configurations of the mesh holes (6) shown in the Figure 6.



In addition, Figures 7 (a), (b). and ( c ) illustrate cross-sectional views of ideal mesh hole (22) of the mesh holes (6) by mesh manufacturing device (11) of the Figure 3; and Figure 7 (a) illustrates an ideal cross-sectional view of mesh hole (22) that is used as design target; and this mesh hole (22) shows a shape that is revolutionary symmetrical centering at axis (P); and its edge is formed of a smooth curved plane. When forming mesh hole (22) that is revolutionary symmetrical, it is possible to form mesh holes (6) showing optional cross-sectional planes through irradiation of excimer laser beam (L) to a thin material (5) while moving the processing step (17) along locus of concentric circular shape and varying processing depth at each and every radius (  $r$  ). That is to say, Figure 7 ( c ) illustrates an image of this processing; and it processes thin material in a ring form by moving excimer laser beam (L) while drawing a concentric circle around one stationary mesh hole (6); and it provides optional stage-like cross-sectional planes by varying processing depth at processing position (radius (  $r$  ) from the axis (P)). In addition, processing depth is determined by the number of rotation (N) of processing step (17) during irradiation of excimer laser beam (L) (irradiation time of excimer laser beam (L) is in proportion to  $N/v$  when linear speed in circumference direction of the excimer laser beam (L) is identified as  $v$ ; and in the case of movement by processing step (17) such as X-Y stage, linear speed in circumference direction ( $v$ ) is almost constant regardless of processing radius (  $r$  ), and therefore, number of rotation (N) is in correspondence with irradiation time of excimer laser beam (L)). And therefore, it is possible to open plural number of mesh holes (6) illustrated in the Figure 7 (b) in one time by using a drive control device (19) by replacing cross-sectional shape of mesh hole (22) illustrated in the Figure 7 (a) with a stage-like cross-sectional plane as illustrated in the Figure 7 (b) and programming processing condition of each stage in such manner that radius (  $r$  ) from axis (P) to be based on the number of rotation (N) of the processing step (17) to provide irradiation position ( $r_5$ ) and number of rotation ( $N_5$ ) at the top stage, and irradiation position ( $r_4$ ) and number of rotation ( $N_4$ ) at the second stage from the top, and irradiation position ( $r_3$ ) and number of rotation ( $N_3$ ) at 3<sup>rd</sup> stage from the top ..... (( $r_5$ ), ( $r_4$ ) ..... show variation by beam diameter portion of the excimer laser beam). At this time, when processing step numbers of the Figure 7 (b) is increased to vary radius ( $r_{wo}$ ) in small gradual manner, it is possible to reduce step difference of mesh holes (6) to allow forming of mesh holes (6) showing sufficiently smooth inner circumference; and in addition, it is also possible to process mesh hole (22) illustrated in the Figure 7 (a). Furthermore, irradiation frequencies of excimer laser beam (L) is weighted by irradiation beam intensity, and it is all right to set as total dosage as well. This is because processing speed (processing depth per 1 pulse) can be varied to a certain level by energy density in the case of abrasion process (that is to say, process based on photo excitation decomposition) by the excimer laser beam (L). In addition, this mesh (7) is used as an inhaler (101) illustrated in the Figure 26 by turning top and bottom in a reverse manner to that shown in the Figure 7 (b) to set the narrow mesh pore side (6) as out.

Figure 8 illustrates an explanatory view that explains processing method by another example of this invention. When scanning excimer laser beam (L) against thin material (5) in relative manner and circumference form, it provides varied pile level of excimer laser beam (L) at inner circumference side and outer circumference side of the locus scanned by the excimer laser beam (L); and as a result, effective energy intensity of excimer laser beam (L) at inner circumference side becomes greater than that of the outer circumference side. Above all, because level of pile of said excimer laser beam (L) varies according to processing radius (  $r$  ), even when intensity of excimer laser beam (L) that is discharged from an excimer laser oscillator (12) happens to be the same, the effective energy intensity that is the average of excimer laser beam (L) that is scanned in a circumference form inner circumference side to outer circumference side varies in accordance with processing radius (  $r$  ). And therefore, this example uses beam intensity coefficient ( $k$ ) that is determined by the processing radius (  $r$  ) (average effective energy intensity/energy intensity of discharged light) based on the relationship among processing radius (  $r$  ), number of rotation (N), and processing depth ( $d$ ) as shown below (A refers to proportional constant).

$$D = A (N \times k)$$

That is to say, radius (  $r$  ) from the axis (P) and number of rotation (N) of processing stage (17) are programmed in such manner so it would show irradiation position ( $r_1$ ) and number of rotation  $N_1 = d_1/(Ak_1)$  at the center part, and irradiation position ( $r_2$ ) and number of rotation  $N_2 = d_2/Ak_2$  at the second step from the center part, and irradiation position ( $r_3$ ) and number of rotation  $N_3 = d_3/(Ad_3)$  ...at the third step from the center part (however,  $k_i$  refers to beam intensity coefficient based on processing radius ( $r_i$ )) to enable to open plural number of mesh holes (6) as illustrated in the Figure 8 in onetime by using a drive control device (19). Through use of said beam intensity coefficient ( $k$ ), it is possible to control the processing depth ( $d$ ) with good precision to enable to process mesh holes (6) showing precise cross-sectional shapes.

Figure 9 illustrates a structure of mesh manufacturing device (31) of other example of this invention. According to this mesh manufacturing device (31), (12) shows excimer laser oscillator, (13) shows a mask stage that holds the mask (32) to provide position adjustment, and (14) shows a projection optical system, and (15) shows a total reflective mirror, and (16) shows an object lens; and all show the same structures as well as functions as those of the mesh manufacturing device (11) illustrated in the Figure 3. On the mask (32) that is set to said mask stage (13), plural number of aperture patterns (2a), (2b), ... are arranged at every set pitch. For instance, as illustrated in the Figure 10 (a), aperture patterns (2a), (2b), (2c) showing different apertures are arranged in successful series to provide (PM) pitch among each center. According to the Figure 10 (a), although two sets of aperture patterns (2a), (2b), (2c) are arranged at such offset of each Xoff and Yoff in X and Y directions, it is all right to arrange one set [instead of two sets], or it is all right to arrange more than three sets of (2a), (2b), (2c) aperture patterns at optional offset rate. Furthermore, as illustrated in the Figure 10 (b), it is all right to arrange aperture patterns (2a), (2b), (2c) showing different aperture shapes such as round, square, or triangle in successful series manner at every set pitch (PM) as well. In addition, (34) shows a sequential sending device that is used to send thin material (3) with openings of mesh holes (6) at every set pitch; and (35) shows a cutting device such as laser cutting device and the like that is used to cut thin material (33) having openings of mesh holes (6) at set length or set shape. Furthermore, (18) shows a driver circuit that is used to control sending rate or timing of thin material (33) by said sequential sending device (34); and (19) shows a drive control circuit that controls driver circuit (18) and excimer laser oscillator (12) to allow discharging of excimer laser beam in synchronous manner with the send timing of said thin material (33).



As a result, the excimer laser beam (L) that is discharged from the excimer laser oscillator (12) passes through plural number of aperture patterns (2a), (2b), (2c) showing either the dimension of the mask (32) or different shapes and are placed on the mask stage (13) to become excimer laser beam with information on the mask shape, and enters projection optical system (14). The excimer laser beam (L) is reduced at prescribed reduction rate (M) through projection optical system (14), total reflective mirror (15), and object lens (16); and that reduced projected image is irradiated to form an image on the hoop-shaped thin material (33) that is arranged on the sequential sending device (34) to process said thin material (33). At this point, when a mask (32) showing three aperture patterns (2a), (2b), (2c) with different dimension is used as illustrated in the schematic diagram Figure 11, and when pitch of inter-images on the thin material (33) is (p), this mesh manufacturing device (31) repeats following processes by 1 time irradiation of excimer laser beam: a process that works to at least about 1/3 thickness of the thin material (33), and a process that successfully sends thin material (33) at pitch (p) by using said sequential sending device (34). For instance, when thin material (33) is sent in arrow directions illustrated in the Figure 11 and Figure 12, one mesh hole (6) is processed by the excimer laser beam (L) that corresponds to the large diameter aperture pattern (2a) to show a large diameter hole (36) of which depth reaches about 1/3 (make reference to the Figure 12 (a)), and after said thin material (33) is sent by [the pitch] (p), it is processed with a medium diameter hole (36b) showing about 2/3 depth within said large diameter hole (36a) by the excimer laser beam (L) that corresponds to the medium diameter aperture pattern (2b), and after said thin material (36) is further sent by (p) [pitch], it is processed with a small diameter hole (36c) that passes through said medium diameter holes (36b) by the excimer laser beam (L) that corresponds to the small diameter aperture pattern (2c). Through said repeat processing, thin material (33) is processed with mesh holes (6) shown in the Figure 12 (d) at set pitch (p). The thin material (33) processed in above-explained manner is sent to a cutting device (35); and then it is cut to pre-set shape (for instance, shape that matches with an inhaler) or length to manufacture a mesh (7); and thus cut mesh (7) is contained in a stocker [transliteration] and the like. It is also possible to take up said thin material (33) in long length form without cutting with said cutting device (35) to be wound around a drum and the like by using a winder. In addition, although processing was conducted in sequence from the large diameter holes (36a) according to above-explained example, it is all right to process in sequential manner starting from the small diameter holes (36c) by sending said thin material (33) in a reverse direction.

Figure 13 illustrates a structure of mesh manufacturing device by another example of this invention. According to Figure 13, (12) shows an excimer laser oscillator, (15) shows total reflective mirror, (1) shows a mask having plural number of aperture patterns, (42) shows a projection optical system, and (43) shows a processing stage such as Z stage. The excimer laser beam (L) that is discharged from said excimer laser oscillator (12) passes through aperture pattern (2) on the mask (1), and is reshaped as excimer laser beam (L) that is information on aperture pattern shape; and after its direction is changed by said total reflective mirror (15), it enters projection optical system (42). A projected image that is reduced at optional rate at the projection optical system (42) is irradiated as missing image [note: although original document states the term mission image, it may be a misprint of image. Translator's note] on the thin material (5) that is placed above processing stage (43) to process mesh holes (6) on the thin material (5).

According to above-explained projection optical system (42), it is possible to project an image of aperture pattern (2) on a processing plane of the thin material (5) in perpendicular manner; and in addition, it is possible to vary the reduction rate of an image; and for instance, a telecentric [transliteration] optical system may be used. Figure 14 illustrates one example of structure of above-explained projection optical system (42); and the first lens (convex ( ) lens) (44) is arranged immediately after the mask (1) in optical path of the excimer laser beam (L), and second lens (imaging lens) (45) is arranged on the optical axis of excimer laser beam (L) between said first lens (44) and processing stage (43) to form a so-called telecentric optical system. According to this optical system, because it shows a characteristic of image distortion rate at center part and surrounding part of the projected image being the same during defocusing, it provides a feature of possible uniform defocusing control over an entire processing plane. In addition, according to the mesh manufacturing device (41) shown in the Figure 13, although total reflective mirror (15) is arranged above the mask (1), it is all right to arrange first lens (44) of the projection optical system (42) and mask (1) in a horizontal optical path, and to arrange total reflective mirror (15) in between first lens (44) and second lens (45).

In addition, the excimer laser beam (L) is irradiated perpendicularly toward processing stage as illustrated in the Figure 13 to enable processing stage (43) to ascend/descend in top/down directions, that is to say, to enable to move in parallel direction with optical path of the excimer laser beam (L); and this processing stage (43) is driven and controlled by the drive control device (19) and driver circuit (18). The drive control device (19) also has a mean to memorize drive pattern to enable to control defocusing rate of projected image is controlled by moving processing stage (43) in up/down manner in accordance with pre-programmed pattern as well as to provide a synchronous control on oscillation of the excimer laser oscillator (12).

And therefore, when aperture diameter of the mesh holes (6) is set to be (d) on the image plane (0 defocusing rate) in the mesh manufacturing device (41) explained above, when processing stage (43) is driven to move the position of thin material (5) as illustrated in the Figure 15 (a), and processing is conducted on a defocus plane that is away by  $\pm z_1$  from the imaging plane of projected image, the image becomes expanded to enlarge processing dimension; and when processing is conducted on defocus plane that is away by  $\pm z_2$  (however,  $Z_2 > Z_1$ ) from an imaging plane, image becomes further expanded to further enlarge processing dimension. It is possible to find out processing dimension at any optional defocus position by studying above-explained correspondence in numerical details; and for instance, as illustrated in the Figure 15 (b), it is possible to obtain the relationship of processing position (or defocus rate) and processing dimension (or process distortion).

According to above-explained mesh manufacturing device (41), when, for instance, defocus rate of projected image is varied in time-wise manner as illustrated in the Figure 16 (a) by controlling processing stage (43), it is possible to process mesh holes (6) showing linearly tapered form as illustrated in the Figure 16 (b). In addition, when, for instance, defocus rate of projected image is changed as illustrated in the Figure 17 (a) by controlling processing stage (43), it is possible to process mesh holes (6) showing tapered shape of [spin] top type as illustrated in the Figure 17 (b). Furthermore, when, for instance, defocus rate of projected image is varied as illustrated in the Figure 18 (a) by controlling processing stage (43), it is possible to process mesh holes (6) showing tapered shape of keg type as illustrated in the Figure 18 (b).

Figure 19 illustrates a structure of thin mesh material manufacturing device (51) of other example of this invention. According to Figure 19, (12) shows an excimer laser oscillator, (52) shows a mask drive device that drives mask as well as adjusts position of the mask (53) by holding this mask (53), (14) shows a projection optical system, (15) shows a total reflective mirror, (16) shows an object lens that forms an image of aperture pattern (58) on the surface of thin material (5), (17) shows a processing stage on which said thin material (5) is placed and moves relatively against excimer laser beam (L), (18) shows a driver circuit that controls moving position of processing stage (17), and rate of the mask (53) that is driven by the mask drive device (52), and (19) shows a drive control device. In addition, drive control device (19) has a mean (20) of recording drive pattern to control processing stage (17) and mask drive device (52) in accordance with the pre-programmed pattern, and at the same time, it provides a synchronous control to the oscillation of excimer laser oscillator (12).

Figure 20 illustrates a frontal view of structure of above-explained mask (53). The mask (53) is constructed in a form of closely piled one pair of sub-masks (54), (55); and on both sub-masks (54), (55), plural numbers of apertures (56), (57) which are in the same shapes are arranged by same rows to form aperture patterns (58) at the region where apertures (56), (57) of both sub-masks (54), (55) are piled in through manner. And therefore, two sub-masks (54), (55) are designed to mutually and totally pile apertures (56), (57); and during such time, the aperture rate of the aperture patterns (58) becomes 100%. In addition, it is possible to adjust aperture rate of the aperture pattern (58) in any following optional manners by mutually moving the positional relationship of both sub-masks (54), (55): to set the aperture rate of aperture patterns (58) as 0% by closing all apertures (56), (57) as illustrated in the Figure 21 (a), or to set the aperture patterns (58) at small aperture rate by piling apertures (56), (57) mutually and slightly as illustrated in the Figure 21 (b), or to set the aperture pattern (58) at fairly large aperture rate by piling apertures (56), (57) mutually and somewhat largely as illustrated in the Figure 21 (c). In addition, although apertures (56), (57) according to the Figure 20 and Figure 21 show either square shape or rhombic shape, there is no need to restrict as rhombic shape, and it may be of other shapes such as triangle or hexagon. When it is set as either square shape or rhombic shape as illustrated in the Figures, it is possible to gain variation in similar figures even when with varied dimension of the aperture pattern (58).

Figure 22 illustrates a frontal view of concrete structure of mask drive device (52) that is used to vary the aperture rate of aperture pattern (58) by driving above-explained mask (53). Sub-masks (54), (55) are each fixed to separate holders (59), (60) which are arranged to the right and left; and they are supported with a possible smooth parallel movement by a support mechanism (61) such as linear bearing and the like. In addition, precision lead screws (64), (64) are fitted to male screw holes (62), (63) arranged on the holders (59), (60); and precision lead screws (64), (64) are linked with pulse step motors (66), (66) through couplings (65), (65). And therefore, according to this mask drive device (52), pulse step motors (66), (66) on the right and left are controlled by the same phase to allow both sub-masks (54), (55) to move mutually toward opposite side by the same distance. As a result, because apertures (56), (57) of both sub-masks (55), (55) are moved mutually in symmetrical manner, center of the aperture pattern (58) would not move to maintain optical axis of excimer laser beam (L) that passes through each aperture pattern (58) as constant.

And therefore, when above-explained mesh manufacturing device (51) is used, it is possible to process mesh of mesh pores showing varied aperture diameter in the depth direction in the manner as illustrated in the Figure 23. That is to say, appropriate depth process is applied to the thin material (5) over a large area while aperture rate of the aperture patterns (58) set as 100% as illustrated in the Figure 23 (a); and then, mask drive device (52) is driven to carve said thin material (5) at appropriate depth over a smaller

area as illustrated in the Figure 23 (b) while aperture pattern (58) of the mask (53) is slightly closed ; and this thin material (58) is further carved at further smaller area as illustrated in the Figure 23 ( c ) while aperture pattern (58) of the mask (53) is further closed; and lastly, said thin material (5) is penetrated through at further smaller area as illustrated in the Figure 23 (d) while aperture pattern (58) of the mask (53) is further closed to form plural number of mesh holes (6).

In addition, sequence of processing said mesh holes (6) may be in reverse manner to the Figure 23 as well. That is to say, size of aperture pattern (58) of the mask (53) may be increased gradually to spread the size of mesh holes (6) gradually as illustrated in the Figures 24 (a), (b), ( c ) and (d) to form mesh holes (6) with subjected shapes. As illustrated in the Figures 24, because tapering is formed naturally at the step part of small holes which are processed earlier, it shows an effect of smooth aperture diameter change over entire mesh holes(6). In addition, although size of aperture pattern (58) is varied in 4 steps according to the Figures 23 and 24, when size of aperture pattern (58) of the mask (53) is varied by, for instance, every 1 shot of excimer laser beam (L), it is possible to provide further fine control to enable to form mesh holes (6) with further smooth internal circumference planes. In addition, there is no need to drive the mask (53) in time-wise discontinued manner; and when mask (53) is driven continuously, it is possible to form mesh holes (6) showing smooth cross-sectional shapes. Furthermore, it is all right to adjust the mask (53) manually without using said mask drive device (52).

Figure 25 illustrates a frontal view of mask drive device (71) having other structure that can be used for the mesh manufacturing device (51) illustrated in the Figure 19. According to this mask drive device (71), side edge parts of both sub-masks (54), (55) are fixed to a pair of holders (72), (73) which are position at top and bottom of either one side of the right or left; and each holder (72), (73) is designed as capable of smooth horizontal movement by a supper mechanism (74) such as linear bearing and the like. In addition, at each a lower plane of the top holder (72) and a top plane of the bottom holder (73), racks (75), (76) showing identical pitch are formed respectively; and said racks (75), (76) are facing against each other in top and bottom manner , and drive gear (77) that is rotary driven by a drive motor (not illustrated in the Figures) is made to fit with said top and bottom racks (75), (76), drive gear (77). And therefore, when drive gear (77) is rotated, both sub-masks move in horizontal direction toward opposite directions by the same distance to enable to vary the size of aperture patterns (58) formed between apertures (56), (57) of both sub-masks (54), (55).

The mesh that relates to this invention may be used as medical treatment device such as an inhaler illustrated in the Figure 26 when it is prepared of a material such as polysulfone or polyester that is safe to men's body. In particular, when it is used as an inhaler, effects on affected region varies because arrival distance to the affected region varies by the particle diameter of atomization ; and although particle diameter of atomization is significantly dominated by the shape of mesh pores, it is possible to attain mesh holes showing the optimum cross-sectional shapes for atomization according to this invention. In addition, it is possible to change the shape of mesh holes in accordance with application on affected regions even in the case of the same frequency of oscillator to enable to use one same inhaler to plural affected regions by simply changing the mesh. Furthermore, it is also possible to use the mesh formed of, for instance, polyimide material for physiochemical device and equipment.

In addition, although excimer laser oscillator is used as a light source according to above-explained example, it is all right to use YAG laser fourth harmonics, parametric oscillation, or UV ray beam and the like as well.

In addition, when above-explained method and device are used, it is possible to manufacture not only polymer thin materials but also metal thin plates of other than nickel to prepare a mesh made of metal thin plate using a thin plate of, for instance, titanium or stainless and the like, that is safe to men's body. Furthermore, it is possible to manufacture said mesh by using a ceramic thin material to be used as said thin mesh material as well.



## POSSIBLE INDUSTRIAL APPLICATIONS

According to this invention, because it is possible to use optional materials as thin materials for thin mesh material, it is possible to prepare a soft mesh showing excellent corrosion resistance and chemical resistance that is formed of, for instance, polymer thin material or ceramic thin material and the like; and above all, it is possible to select the optimum mesh material according to applications. For instance, because it is possible to manufacture mesh by using such materials as polysulfone or polyester and the like that is safe to men's body and shows excellent corrosion resistance, it can offer a mesh suited for medical treatment device such as inhaler and the like, or device and equipment for food preparation. In addition, mesh that is made of polyimide and the like can be also used for physiochemical device and machinery to expand the applications of the mesh.

In addition, because fine through pores are processed by UV ray beam in this invention, it is possible to apply a fine mesh processing using any optional type of thin materials. Above all, it is possible to form through holes with optional hole shapes or cross-sectional shapes; and is possible to apply a step-like tapering or smooth tapering to said through holes.

Furthermore, according to a processing method of through holes by moving UV ray beam and thin material in relative manner, it is possible to form through holes with optional shapes regardless of mask shape, and does not require a set-up time for mask change. Above all, when plural UV ray beams are used, it is possible to form plural number of through holes in one time to enable to shorten the processing time. In addition, automation of mesh processing can be easily done.

According to a processing method of through holes that uses a mask on which plural number of aperture patterns showing varied shapes and diameter and varies processing shapes of through holes by processing depth, it is possible to apply a highly precision controlled multi-step fine mesh processing to the thin material to enable to arrange through holes showing optional cross-sectional shapes. In particular, when plural number of aperture patterns showing varied aperture shapes or aperture diameter are arranged at every set pitch, it is possible to process plural number of through holes at the same time to not only shorten the processing time, but also productivity of the mesh improves. In addition, productivity shows further improvement when a long thin material of hoop shape and the like is used, and said thin material is cut after mesh processing.

In addition, according to a mesh processing method that varies imaging plane of UV ray beam and thin material in a relative manner of parallel direction to the optical axis of UV ray beam, it is possible to vary the hole diameter by processing depth in continuous manner and smoothly by varying the distance of imaging plane and thin material in time-wise and continuous manner to enable to manufacture tapered through holes of which inner circumference plane shows smooth change.

In addition, when mask is driven to vary the size of aperture patterns, it is possible to form through holes with various dimensions by changing the size of aperture patterns using one type of mask without having to have to adjust the optical system or changing the mask. Above all, it is possible to vary hole diameter by varying the size of aperture patterns while processing said through holes to enable to form through holes with optional cross-sectional shapes of which apertures are varied either continuously or discontinuously by the processing depth in short time.

## CLAIMS

1. A thin mesh material has characteristics as such that fine through holes showing high aspect ratio are formed on a thin material through irradiation of UV ray beam.
2. The thin mesh material according to the claim item 1, wherein said thin material is of a polymer thin material.
3. The thin mesh material according to the claim item 1, wherein said thin material is of a ceramic thin material.
4. The mesh according to the claim item 1, wherein said thin material is of a metal thin material.
5. Manufacturing method of thin mesh material has characteristics as such that processes plural number of fine through holes on a thin material through irradiation of UV ray beam.
6. Manufacturing method of thin mesh material has characteristics as such that forms plural number of through holes showing optional cross-sectional shapes in onetime through irradiation of plural number of UV ray beams which are sufficiently smaller than processing shape of through holes and moving said thin material subjected for processing and said UV ray beams in a relative manner.
7. Manufacturing device of thin mesh material has characteristics as such that is equipped with a measure to irradiate UV ray beams which are sufficiently smaller than a processing shape of through holes, and a measure to move thin material subjected for processing and said UV ray beams in relative manner.
8. Manufacturing device of thin mesh material has characteristics as such that is equipped with following measures: a measure to irradiate UV ray beams which are sufficiently smaller than processing shape of through holes, a measure to memory processing shape of said through holes; and a measure to move said UV ray beams and thin material subjected for processing in a relative manner, and a processing position detection measure arranged on said moving measure; and a measure to compare and judge position detection signals outputted from said processing position detection measure and processing shape memorized in said memory measure; and a measure that controls said moving measure in accordance with processing shape based on the judgment by said comparison and judgment measure, and at the same time, to output UV ray beam oscillation signals and beam intensity control signals to said irradiation device.
9. Manufacturing method of thin mesh material has characteristics as such that plural number of aperture patterns showing varied aperture shapes or aperture diameter are arranged on a mask, and irradiates thin material with UV ray beams which pass through aperture patterns each showing variation at the same region to form through holes showing optional cross-sectional shapes on said thin material.
10. Manufacturing device of thin mesh material has characteristics as such that is equipped with following measures: a measure that uses a mask with arrangement of plural number of aperture patterns showing varied aperture shapes or aperture diameters at every set pitch, and irradiates UV



ray beams which pass through each aperture pattern of said mask on a thin material for image forming purpose, and a measure to successfully send thin material at every set pitch.,

11. The manufacturing device of thin material mesh according to the claim item 10, wherein has a measure to cut said thin material with formed through holes.
12. Manufacturing method of thin mesh material has characteristics as such that it projects images of aperture patterns of the mask onto the thin material through UV ray beams, and varies thin material and imaging plane of said image in the direction that is parallel to optical axis of UV ray beams in relative manner to processes through holes showing varied aperture diameter in depth direction.
13. Manufacturing device of thin mesh material has characteristics as such that is equipped with following measures: a measure to generate UV ray beams; a measure that uses a mask having formed aperture patterns, a projection optical system that can projects images of said aperture patterns on a thin material that is a processing subject, and at the same time, is capable of varying projection magnification rate; and a measure to move said thin material in parallel direction to the optical axis of UV ray beams.
14. Manufacturing method of thin mesh material has characteristics as such that is conducted by piling at the least two sheets of sub-masks having apertures to form aperture patterns by said piling of apertures, and allows aperture dimension of said aperture patterns to vary by changing piled rate of said apertures, and processes through holes on the thin material by transmitting UV ray beams through said aperture patterns.
15. Manufacturing [note: although original document does not state device, it may be omitted by mistake. Translator's note] of thin mesh material has characteristics as such that is equipped with following measures" a measure to generate UV ray beams; a measure that uses a mask formed by piling at the least two sheets of sub-masks having apertures, and allows variation of aperture dimension of said aperture patterns formed by piling said apertures by changing piled level of said sub-masks; and a measure that changes piled level of said sub-masks; and a measure that uses projection optical system that irradiates UV ray beams which pass through said aperture patterns on a thin material that is a processing subject.

Figures 1 through 29

A: beam intensity setting signal, B: excimer laser beam oscillation signal, C: driver circuit, D: imaging plane, E: processing dimension, F: set dimension, G: processing position, H: defocus rate, I: time,

Translation requested by: P. SAMES for S.W. BUCKINGHAM OIPC

Translation by: Mie N. ARNTSON, 512-331-7167

PCT

世界知的所有権機関

国際事務局



## 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

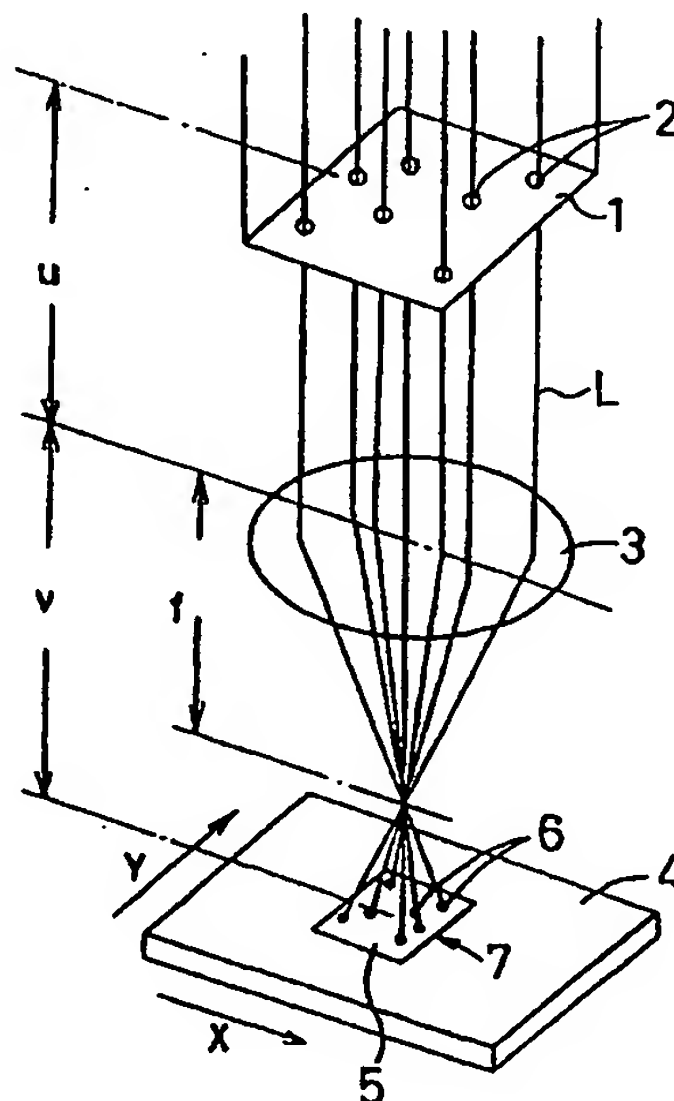
(51) 国際特許分類 5 B29D 31/00, B23K 26/00, B28D 1/00	A1	(11) 国際公開番号 WO 94/25259						
		(43) 国際公開日 1994年11月10日 (10. 11. 94)						
<p>(21) 国際出願番号 PCT/IB94/00078</p> <p>(22) 国際出願日 1994年4月22日 (22. 04. 94)</p> <p>(30) 優先権データ</p> <table><tr><td>特願平5/120932</td><td>1993年4月22日 (22. 04. 93)</td><td>JP</td></tr><tr><td>特願平5/309726</td><td>1993年11月15日 (15. 11. 93)</td><td>JP</td></tr></table> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) オムロン株式会社 (OMRON CORPORATION) (JP/JP) 〒616 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 Kyoto, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)</p> <p>田中宏和 (TANAKA, Hirokazu) (JP/JP) 竹田次郎 (TAKEDA, Jirou) (JP/JP) 中村和人 (NAKAMURA, Kazuhito) (JP/JP) 〒616 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 Kyoto, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 花田久丸 (HANADA, Hisamaru) 〒104 東京都中央区浜一丁目8番13号 中銀第二八丁堀901号 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CA, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) .</p> <p>添付公開書類 請求の範囲の補正の期限前であり、補正書受理の際には再公開される。 国際調査報告書</p>			特願平5/120932	1993年4月22日 (22. 04. 93)	JP	特願平5/309726	1993年11月15日 (15. 11. 93)	JP
特願平5/120932	1993年4月22日 (22. 04. 93)	JP						
特願平5/309726	1993年11月15日 (15. 11. 93)	JP						

(54) Title : THIN MESH, MANUFACTURING METHOD THEREOF AND MANUFACTURING DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称 薄材メッシュ、その製造方法及びその製造装置

## (57) Abstract

The present invention provides meshes and a manufacturing method which enable one to use wide varieties of materials excellent in anticorrosiveness, chemical resistance and safety for a human body and to form the mesh holes and the cross section in arbitrary shapes. A light beam emitted by an excimer laser oscillator (12) is shaped by an aperture pattern (2) and irradiated through an optical system comprising an objective (3) on a thin material (5) composed of high polymers such as polysulfone, polyester etc., which is fixed on a work stage (4). The image of the aperture pattern (2) projected on the thin material (5) drills a plurality of mesh holes. This process can be applied to, for example, the thin mesh (7) for an inhaler.



(57) 要約

メッシュ材の種類を限定されず、特に耐食性や対薬品性、人体への安全性などに優れたメッシュ材を用いることができ、メッシュ孔の孔形状や断面形状も任意なメッシュとその製造技術を提供する。エキシマレーザ発振器12から出射したエキシマレーザ光Lをマスク1の複数の開口パターン2に透過させることによってビーム整形した後、対物レンズ3等の光学系を通過させ、加工ステージ4の上に固定された例えばポリサルフォンやポリエステル等の高分子からなる薄材5にエキシマレーザ光Lを照射して開口パターン2の像を結像させ、薄材5に複数個のメッシュこうを加工し、例えば吸入器などに使用される薄材メッシュ7を製作する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM	アルメニア	CZ	チェッコ共和国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュー・ジーランド
AT	オーストリア	DE	ドイツ	KR	大韓民国	PL	ポーランド
AU	オーストラリア	DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル
BB	バルバドス	EE	エストニア	LJ	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア
BE	ベルギー	ES	スペイン	LK	スリランカ	RU	ロシア連邦
BF	ブルキナ・ファソ	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
BG	ブルガリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BJ	ベナン	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BR	ブラジル	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BY	ベラルーシ	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
CA	カナダ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TD	チャード
CF	中央アフリカ共和国	GR	ギリシャ	ML	マリ	TG	トーゴ
CG	コンゴ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	IT	イタリア	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	JP	日本	NE	ニジェール	US	米国
CN	中国	KE	ケニア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン共和国
CS	チェッコスロヴァキア	KG	キルギスタン	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム

## 明 細 書

## 薄材メッシュ、その製造方法および製造装置

## 技術分野

本発明は薄材メッシュ、その製造方法及びその製造装置に関する。具体的にいうと、本発明は、高密度微細メッシュ加工を施された薄材メッシュ、紫外線を用いた当該薄材メッシュの製造方法、および薄材メッシュ製造装置に関する。

## 背景技術

図26は超音波振動式の噴霧式の吸入器（霧化装置）101の一般的な構造を示す概略断面図である。この吸入器101にあっては、複数の微細なメッシュ孔103を有する図27に示すようなメッシュ102がケーシング104の上部に固定されており、メッシュ102の下面ねはキノコ形をした振動子105の上面が押し当てられており、振動子105の下端部はタンク106内に保持された薬液107に浸漬されている。また、振動子105の中心には上面から下端面にわたって薬液吸い上げ用孔108が貫通している。

しかして、振動子105を上下に振動させると、振動子105に適切な力で押しつけられたメッシュ102は振動子105の微小振動によって共振する。メッシュ102が共振すると、メッシュ102と振動子105の間に負荷が生じるので、タンク106内の薬液107は薬液吸い上げ用孔108から振動子105の上面へ吸上げられる。こうしてメッシュ102と振動子105の間へ吸い上げられた薬液107はメッシュ102の振動によって微細なメッシュ孔103を通過し、霧化された薬液107が外気中へ噴出される。

上記のような吸入器101に用いられるメッシュ102は、薬液107を微粒化（霧化）する必要があるため、図27に示すように十分微細な多数のメッシュ

孔 103 で構成される必要があり、靱性と耐食性に優れた材料が必要とされる。さらに、吸入器 101 のような医療用機器では、その用途より、材質の耐薬品性や人体への安全性が要求される。

ところで、微細なメッシュ孔 103 を有するメッシュ 102 を一度に加工する方法としては、電鍍法やエッチング法、放電加工法が知られている。しかしながら、電鍍法により製造されたメッシュ 102 では、メッシュ材としてニッケルなど特定の金属（Au など）も用いられることがあるが、高価である）しか用いることができないため耐食性が悪く、また、重金属使用による対人安全性の面から医療用機器などにはニッケル製メッシュ 102 を用いることができず、用途が限られていた。対人安全性を得るため、ニッケル製メッシュ 102 の表面に金メッキ等の表面処理を施す方法もあるが、金メッキ等のピンホールを完全になくすことができず、ニッケルの溶出が完全に防止できるとはいえない。

また、上記のような吸入器 101 では噴霧粒子径により患部への到達効果が変わ化するが、噴霧粒子径はメッシュ 103 の孔形状や断面形状に大きく左右される。しかも、上記のような吸入器 101 ではメッシュ 102 を振動子 105 と共振させる必要があるため、振動子 105 の振動数に対してメッシュ 102 の厚みが一意的に決定される。

しかしながら、電鍍によるメッシュ製造法では、メッシュ材の厚みとメッシュ孔 103 の断面形状に相関があり、メッシュ材の厚みに対してメッシュ孔 103 の形状が制約を受けるため、図 28 に示すような半球状断面のメッシュ孔 103 しか得ることができなかった。また、メッシュ孔 103 の深さ方向への任意加工は困難であって、任意断面形状のメッシュ孔 103 を形成することができなかった。

さらに、電鍍法では、構造上の制約により図 27 に示すような規則正しい配置及び形状のメッシュ孔 103 の設計を必要とし、不規則な配置のメッシュ孔 103 を形成することができなかった。



また、エッチング法や放電加工法では、深さ方向でメッシュ孔 103 の孔径を変化させることが困難であるため、図 29 に示すように真っ直ぐなメッシュ孔 103 となり、メッシュ 102 に任意の断面形状のメッシュ孔 103 を形成することができず、例えばメッシュ孔 103 に十分なテーパを持たせることができなかった。

本発明は叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、薄材であればメッシュ材の種類を特に限定されず、特に耐食性や対薬品性、人体への安全性などに優れたメッシュ材を用いることができ、メッシュ孔の孔形状や断面形状も任意なメッシュとその製造技術を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明の薄材メッシュは、紫外線ビームの照射によって薄材に複数個の高アスペクト比の微細な貫通孔を形成したことを特徴としている。この薄材としては、例えば高分子薄材、セラミック薄材、金属薄材などを用いることができる。

また、本発明の薄材メッシュの製造方法は、紫外線ビームを照射することにより薄材に複数個の微細な貫通孔を加工することを特徴としている。

上記製造方法においては、貫通孔の加工形状に比べて十分小さな紫外線ビームを複数同時に照射し、加工対象となる薄材と前記紫外線ビームとを相対的に動かすことによって任意断面形状の貫通孔を複数同時に形成してもよい。

また、本発明の薄材メッシュ製造装置は、貫通孔の加工形状に比べて十分小さな紫外線ビームを照射する手段と、加工対象となる薄材と前記紫外線ビームとを相対的に移動させる手段とを備えたことを特徴としている。

上記薄材メッシュ製造装置においては、貫通孔の加工形状に比べて十分小さな紫外線ビームを照射する手段と、前記貫通孔の加工形状を記憶する手段と、当該紫外線ビームと加工対象となる薄材とを相対的に移動させる手段と、前記移動手段に設けた加工位置検出手段と、前記加工位置検出手段から出力された位置検出

信号と前記記憶手段に記憶されている加工形状とを比較判断する手段と、前記比較判断手段による判断に基づき、加工形状に応じて前記移動手段を制御すると共に前記照射手段へ紫外線ビーム発振信号及びビーム強度制御信号を出力する手段とを備えていてもよい。

さらに、本発明の別な薄材メッシュの製造方法は、開口形状もしくは開口径の異なる複数個の開口パターンをマスクに設け、薄材の同一領域に異なる各開口パターンを透過した紫外線ビームを順次照射して加工を施すことにより、薄材に任意断面形状の貫通孔をあけることを特徴としている。

また、本発明の別な薄材メッシュ製造装置は、開口形状もしくは開口径の異なる複数個の開口パターンを一定ピッチ毎に設けたマスクと、前記マスクの各開口パターンを透過した紫外線ビームを同時に薄材に結像照射させる手段と、薄材を一定ピッチ毎に順送りする手段とを備えたことを特徴としている。

この薄材メッシュ製造装置においては、貫通孔を形成された前記薄材を切断する手段をさらに備えていてもよい。

さらに、本発明のさらに別な薄材メッシュの製造方法は、薄材に紫外線ビームによるマスクの開口パターンの像を投影し、薄材と前記像の結像面とを紫外線ビームの光軸と平行な方向に相対的に変化させることにより、深さ方向に沿って開口径の変化した貫通孔を薄材に加工することを特徴としている。

また、本発明のさらに別な薄材メッシュ製造装置は、紫外線ビームを発生する手段と、開口パターンを開口したマスクと、前記開口パターンの像を加工対象となる薄材に向けて投影すると共に投影倍率を可変にできる投影光学系と、前記薄材を紫外線ビームの光軸を平行な方向に移動させる手段とを備えたことを特徴としている。

さらに、本発明のさらに別な薄材メッシュの製造方法は、開口を有する少なくとも2枚のサブマスクを重ね、前記開口を重ね合わせることによって開口パターンを形成し、前記開口の重なりを変化させることによって前記開口パターンの開口

寸法を変えられるようにし、当該開口パターンを透過させた紫外線ビームによって薄材に開通光を加工するようにしたことを特徴としている。

また、本発明のさらに別な薄材メッシュ製造装置は、紫外線ビームを発生する手段と、開口を有する少なくとも2枚のサブマスクを重ね、前記サブマスクの重なりを変化させることによって前記開口の重なりによって形成された開口パターンの開口寸法を変えられるようになったマスクと、前記サブマスクの重なり量を変化させる手段と、前記開口パターンを通過した紫外線ビームを加工対象となる薄材に照射する投影光学系とを備えたことを特徴としている。

本発明に係る薄材メッシュにあつては、薄材であればメッシュ材の種類を特に限定されないので、例えば高分子薄材やセラミック薄材、耐食性及び耐薬品性のある金属薄材等を使用することができ、耐食性、耐薬品性に優れた柔軟なメッシュを得ることができる。しかも、多様な素材からなる薄材を用いることができるので、用途に応じて最適なメッシュ材を選択することができる。例えば、医療用機器に用いる場合には、ポリサルフォンやポリエステル等の人体に安全で、耐食性、耐薬品性に優れた材料によってメッシュを製造することができる。また、理化学機器等には、例えばポリイミド等のメッシュ材を用いることができる。

また、本発明による薄材メッシュの製造方法にあつては、薄材に紫外線ビームを照射することにより微細な貫通孔を加工しているので、任意の薄材を素材として微細なメッシュ加工を施すことができる。しかも、薄材の移動パターンや紫外線ビームの走査パターン等をコントロールすることによって任意孔形状もしくは任意断面形状の貫通孔を形成することができる。特に、貫通孔に階段状のテーパ加工や滑らかなテーパ加工を施すことができる。

また、貫通孔の加工形状に比べて十分小さな紫外線ビームを照射し、当該紫外線ビームと薄材とを相対的に動かすことによって貫通孔を加工すれば、ビーム整形用のマスクに関係なく、紫外線ビームの走査方法によって任意の形状をした貫通孔を形成することができ、マスク変更の段取り時間が不要になる。しかも、複

数本の紫外線ビームを用いれば、一度に複数個の貫通孔を形成することができ、加工時間を短縮することができる。

特に、薄材を移動させる手段に設けた加工位置検出手段から出力された位置検出信号と、貫通孔の形状を記憶する手段に登録されている加工形状とを比較判断し、それに応じて薄材の移動手段を制御すると共に紫外線ビームの照射手段へ紫外線ビーム発振信号を加工形状や材料に応じたビーム強度設定信号とを出力させるようにすれば、所望のメッシュ孔を有する薄材メッシュの製造を自動化することができる。

さらに、開口形状もしくは開口径の異なる複数個の開口パターンを設けたマスクを用い、異なる各開口パターンによってビーム整形された紫外線ビームを順次薄材に照射させれば、加工深さによって貫通孔の加工形状を変化させることができる。従って、薄材に高精度に制御された多段微細メッシュ加工を施すことができ、任意断面形状の貫通孔を設けることができる。特に、開口形状もしくは開口径の異なる複数個の開口パターンをマスクに一定ピッチ毎に設けてあると、複数の貫通孔を同時に加工することができ、加工時間を短縮できると共にメッシュの量産性が向上する。さらに、フープ状などの長尺物の薄材を用い、メッシュ加工後に薄材を切断するようにすれば、より量産性が向上する。

また、紫外線ビームの結像面を薄材とを紫外線ビームの光軸と平行な方向に相対的に変化させるようにすれば、紫外線ビームのデフォーカス量を変化させて薄材上における紫外線ビームの投影面積を変化させることができる。従って、時間的に結像面と薄材との距離を連続的に変化させれば、加工深さによって孔径を連続的に、かつ滑らかに変化させることができ、内周面が滑らかに変化するテーパ状などの貫通孔を用意に製作することができる。また、加工時間も短くすることができる。

また、開口を有する少なくとも2枚のサブマスクを重ねてマスクを形成し、開口を重ね合せすことによって開口パターンを形成し、前記開口の重なりを変化さ

せることによって開口パターンの開口寸法を変えられるようにすれば、サブマスクの重なり量を変化させることで開口パターンの大きさを変化させることができる。従って、マスクを交換したり、光学系を調整したりすることなく、1種のマスクにより開口パターンの大きさを変化させて種々の寸法の貫通孔を形成することができる。しかも、貫通孔を加工しながら、開口パターンの大きさを変化させることにより、孔径の大きさを変化させることができ、加工深さによって孔径が連続的、もしくは不連続に変化した任意断面形状の貫通孔を短時間で形成することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明の一実施例によるメッシュの製造方法を示す原理図である。

図2(a)及び図2(b)は本発明の別な実施例によるメッシュの製造方法を示す斜視図である。

図3は本発明のさらに別な実施例によるメッシュ製造装置を示す概略構成図である。

図4は同上のメッシュ製造装置によりメッシュを製造する方法を示す斜視図である。

図5は同上のメッシュ製造装置によって製作されたメッシュの平面図である。

図6は同上のメッシュ製造装置によって製作された別なメッシュの平面図である。

図7(a)は同上のメッシュ製造装置によるメッシュ孔の形成方法を示す図であって、目的とするメッシュ孔の断面形状を示す図、図7(b)は階段状断面によって近似されたメッシュ孔の断面形状を示す図、図7(c)は加工イメージを示す図である。

図8は本発明のさらに別な実施例によるメッシュの製造方法を示す図である。

図9は本発明のさらに別な実施例によるメッシュ製造装置を示す構成図である。

図10(a)及び図10(b)はいずれも同上のメッシュ製造装置に用いられるマスクを示す正面図である。

図11は同上のメッシュ製造装置によりエキシマレーザ光を薄材に照射する様子を示す概略斜視図である。

図12(a)、図12(b)、図12(c)は同上の実施例によるメッシュ孔の加工方法を示す断面図、図12(d)は仕上がったメッシュ孔を示す断面図である。

図13は本発明のさらに別な実施例によるメッシュ製造装置を示す構成図である。

図14は同上の投影光学系の一例を示す構成図である。

図15(a)、図15(b)はいずれも同上のメッシュ製造装置における像を加工位置(デフォーカス量)を加工寸法との関係を示す図である。

図16(a)はデフォーカス量の変化を示す図、図16(b)は図16(a)のようにデフォーカス量を変化させた場合に加工されるメッシュ孔の形状を示す断面図である。

図17(a)はデフォーカス量の変化を示す図、図17(b)は図17(a)のようにデフォーカス量を変化させた場合に加工されるメッシュ孔の形状を示す断面図である。

図18(a)はデフォーカス量の変化を示す図、図18(b)は図18(a)のようにデフォーカス量を変化させた場合に加工させるメッシュ孔の形状を示す断面図である。

図19は本発明のさらに別な実施例によるメッシュ製造装置を示す構成図である。

図20は同上のマスクを構成するサブマスクの形状を示す正面図である。

図21(a)、図21(b)、図21(c)は同上のマスクの開口パターンの変化を示す図である。



図22は同上のメッシュ製造装置に、用いられるマスク駆動装置の構造を示す正面図である。

図23(a)、図23(b)、図23(c)及び図23(d)は同上のメッシュ製造装置によるメッシュ孔の加工手順を示す断面図である。

図24(a)、図24(b)、図24(c)及び図24(d)は同上のメッシュ製造装置によるメッシュ孔の別な加工手順を示す断面図である。

図25は図19のメッシュ製造装置に用いられる別な構造のマスク駆動装置の構造を示す正面図である。

図26は吸入器の構造を示す断面図である。

図27は上記吸入器に用いられているメッシュの一部を拡大して示す平面図である。

図28は電鍍法によって作製されたメッシュの断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

図1は本発明の一実施例による薄材からなるメッシュの製造方法を示す基本原理図である。エキシマレーザ発振器から出射されたエキシマレーザ光Lは、マスク1に開口された複数の微細な開口パターン2を透過することによって所定のビーム形状にビーム整形された後、対物レンズ3によって集光され、XYテーブル装置等の加工ステージ4上に固定された例えばポリサルフォンやポリエステル、ポリイミド等の高分子からなる薄材(メッシュ材)5に照射される。しかして、マスク1の開口パターン2の縮小像を薄材5に結像させ、薄材5にマスク1の開口パターン2と相似ね形状のメッシュ孔6をメッシュ加工してメッシュ7を得ることができる。ここで、対物レンズ3の焦点距離を $f$ 、対物レンズ3からマスク1までの距離を $u$ 、対物レンズ3から加工ステージ4上の薄材5までの距離を $v$ とすると、マスク1の像が薄材5の上に結像されるための条件として、これら $u$ 、 $v$ 、 $f$ は、よく知られたレンズ公式より、

$$(1/u) + (1/v) = 1/f$$

の関係を満たす必要がある。また、薄材5上に結像される開口パターン2の像の縮小率(=1/倍率)をMとすると、上記u、v、fは、

$$M = u/v = (u/f) - 1$$

で表わされる。従って、縮小率Mが決まると、対物レンズ3の焦点距離fからマスク1及び対物レンズ3の位置u、vが決まるので、マスク1の開口パターン2と相似なメッシュ孔6を任意の縮小率Mで形成することができる。

図1に示すように複数の開口パターン2を有するマスク1を用いれば、複数のメッシュ孔6を一度に形成することができるが、1個の開口パターン2を有するマスク1を用い、薄材5を加工ステージ4によって移動させ、順次メッシュ孔6を1個ずつ開口させることにより、複数のメッシュ孔6を有するメッシュ7を形成してもよい。

図2(a)(b)に示すものは本発明の別な実施例による薄材のメッシュの製造方法を示す断面図である。この実施例にあつては、まず図2(a)に示すように、加工ステージ4の上に金属箔8を固定し、エッチング等によって1つの開口パターン9を形成された親マスク10によりエキシマレーザ光Lをビーム整形し、加工ステージ4によって金属箔8を移動させながらエキシマレーザ光Lを用いてマスク1のメッシュ孔6と相似な位置となるように金属箔8に開口パターン2を孔あけ加工し、前記開口パターン9を縮小した複数の開口パターン2を有する金属箔8からなるマスク1を形成する。つぎに、こうして作成されたマスク1をマスクステージにセットし、図2(b)に示すように、加工ステージ4に例えばポリミド等の薄材5を固定し、マスク1を透過してビーム整形された複数本のエキシマレーザ光Lによって薄材5に複数のメッシュ孔6を一度に形成し、目的とするメッシュ7を得る。このような方法によれば、比較的ラフな開口パターン9を1個だけ設けた親マスク1から出発して複数個のメッシュ孔6を有する薄材メッシュ7を作成することができる。

図3は本発明によるメッシュ製造装置11を示す構成図である。図3において、12はエキシマレーザ発振器、13はマスク1を保持してマスク1の位置調整を行なわせるためのマスクステージ、14は投影光学系、15は全反射鏡、16は開口パターン2の像を薄材5の表面に欠像させるための対物レンズである。17は薄材5を載置してエキシマレーザ光Lに対して相対的に移動させるX-Yステージやr- $\theta$ ステージのような2次元移動用の加工ステージ、18は加工ステージ17の移動速度や位置等を制御するための数値制御形のドライバ回路であって、加工ステージ17は加工位置を検出するためのエンコーダ等の加工位置検出手段（図示せず）を備えている。また、19は駆動制御装置（コンピュータ）であって、加工しようとするメッシュ孔6の加工形状を記憶するためのフロッピーディスク装置やハードディスク装置等の記憶手段20を備えており、加工位置検出手段から出力された位置検出信号と記憶手段20に記憶している加工形状とを比較判断し、その判断に基づいてドライバ回路18へ加工ステージ17の目標位置信号を出力すると共に、エネルギーの強さを設定するためのビーム強度設定信号と、エキシマレーザ光発振信号とをエキシマレーザ発振器12へ出力する。21はディスプレイである。

しかして、エキシマレーザ発振器12から出射されたエキシマレーザ光Lは、マスク1によって所定のビームパターンにビーム整形された後、投影光学系14を通過し、全反射鏡15で反射した後、対物レンズ16を通過し、加工ステージ17上の薄材5に照射される。ここで、予めマスクステージ13によってマスク1の位置を調整すると共に投影光学系14の焦点距離を調整することにより、マスク1の開口パターン2が所定の縮小率Mで薄材5の表面に欠像されるように調整されている。駆動制御装置19は、記憶手段20に記憶しているメッシュ孔6の形状に基づき、予めプログラムされた順序に従ってドライバ回路18によって加工ステージ17を移動させ、同時にエキシマレーザ発振器12の発振を同期制御し、目的とするメッシュ孔6を薄材5にメッシュ加工する。

このメッシュ製造装置 11 を用いると、例えば図 4 に示すようにしてメッシュ 7 が製造される。この方法にあつては、図 2 (a) と同様にして親マスク 10 から得たマスク 1 をマスクステージ 13 にセットし、薄材 5 を加工ステージ 17 にセットした後、エキシマレーザ光 L をマスク 1 に透過させることによってメッシュ孔 6 のサイズよりも細く絞り、駆動制御装置 19 により記憶手段 20 に登録されているメッシュ孔 6 の形状に従って加工ステージ 17 を環状に連続的に移動させ、メッシュ孔 6 より細いエキシマレーザ光 L で任意パターンのメッシュ孔 6 を複数個 1 度に開口している。したがって、この方法によれば、メッシュ孔 6 の形状が変化するたびにマスク 1 を交換する必要がなく、メッシュ孔 6 のパターンもしくは加工ステージ 17 の移動パターンを記憶手段 20 に登録しておくことにより、任意形状のメッシュ孔 6 を形成することができる。

このようにすれば、図 2 6 に示すような規則的な配置の円形のメッシュ孔に限らず、図 5 に示すように不規則な配置でメッシュ孔 6 を形成することもできる。このためには、マスク 1 に不規則な配置で開口パターン 2 を形成しておいても良く、あるいは、不規則な配置でメッシュ孔 6 を 1 個ずつ開口させていくこともできる。さらに、マスク 1 の開口パターン 2 によっては、図 5 のメッシュ 7 のように大きさの異なるメッシュ孔 6 を混在させることもできる。また、図 6 に示すような任意の形状のメッシュ孔 6 を開口することもできる。例えば、マスク 1 の開口パターン 2 を図 6 のメッシュ孔 6 と相似な形状にしても良く、あるいは図 6 のメッシュ孔 6 の縁の形状に沿ってエキシマレーザ光 L を走査させても良い。

また、図 7 (a) (b) (c) は図 3 のメッシュ製造装置 11 によるメッシュ孔 6 の加工方法の別な例を説明するための断面図である。図 7 (a) は設計目標をなす理想的なメッシュ孔 22 の断面形状を示す図であつて、メッシュ孔 22 は軸 P を中心とする回転対称な形状を有しており、その縁は滑らかな曲面によって構成されている。このような回転対称なメッシュ孔 22 を形成する場合には、加工ステージ 17 を同心円状の軌跡に沿って移動させながら薄材 5 にエキシマレー

ザ光Lを照射し、各半径r毎に加工深さを変えることによって任意の断面のメッシュ孔6を形成することができる。すなわち、図7(c)はこの加工イメージを示す図であって、1つの静止したメッシュ孔6の回りに同心円を描きながらエキシマレーザ光Lを移動させることによって薄材5を環状に加工し、加工位置(軸Pからの半径r)によって加工深さを変えることにより任意の階段状断面を得るようにしている。また、加工深さはエキシマレーザ光Lを照射している間の加工ステージ17の回転数N(エキシマレーザ光Lの照射時間はエキシマレーザ光Lの円周方向における線速度をvとすると、 $N/v$ に比例するが、X-Yステージのような加工ステージ17による移動では、円周方向の線速度vは加工半径rに関係なくほぼ一定となるので、回転数Nはエキシマレーザ光Lの照射時間に対応する。)によって決めるものとする。しかして、図7(a)に示したようなメッシュ孔22の断面形状を図7(b)のような階段状断面で置き換え、格段の加工条件を軸Pからの半径rを加工ステージ17の回転数Nによって、最上段では照射位置 $r_5$ 、回転数 $N_5$ 、上から2段目までは照射位置 $r_4$ 、回転数 $N_4$ 、上から3段目では照射位置 $r_3$ 、回転数 $N_3$ 、…( $r_5$ 、 $r_4$ 、…はエキシマレーザ光Lのビーム直径分づつ異なる)というようにプログラムし、駆動制御装置19によって図7(b)のようなメッシュ孔6を複数個1度に開口させることができる。このとき、図7(b)における加工段数を増加させ、半径 $r_w$ を少しずつ変化させるようにすれば、メッシュ孔6の段差を小さくすることができ、十分に滑らかな内周面を有するメッシュ孔6を形成することも可能になり、図7(a)のようなメッシュ孔22を加工することも可能になる。また、エキシマレーザ光Lの照射回数は、照射されるビームの強度によって重み付けられ、トータルのドーズ量として設定するようにしても差し支えない。これは、エキシマレーザ光Lによるアブレーション加工(すなわち、光励起分解による加工)においては、エネルギー密度によって加工速度(1パルスあたりの加工深さ)をある程度まで可変できることによる。なお、このメッシュ7は、図7(b)とは上下を逆にし、メッシュ孔6

の狭い側を外にして図26のような吸入器101に用いられる。

図8に示すものは本発明のさらに別な実施例による加工方法を説明する説明図である。薄材5に対して相対的にエキシマレーザ光Lを円周状に走査させる場合、エキシマレーザ光Lが走査する軌跡の内周側と外周側とではエキシマレーザ光Lの重なり具合が異なり、その結果、内周側におけるエキシマレーザ光Lの実効的なエネルギー強度が外周側よりも大きくなる。しかも、このエキシマレーザ光Lの重なり具合は加工半径rによって異なるので、エキシマレーザ発振器12から出射されるエキシマレーザ光Lの強度が同じであっても、円周状に走査されるエキシマレーザ光Lを内周側から外周側にかけて平均した実効的なエネルギー強度についても加工半径rによって変化する。そこで、この実施例では、加工半径rによって決まるビーム強度係数k（平均的な実効エネルギー強度／出射光のエネルギー強度）を用いて、加工半径r、回転数Nと加工深さdとの関係として

$$d = A (N \times k)$$

を用いている（Aは比例定数）。すなわち、軸Pからの半径rと加工ステージ17の回転数Nとを、中心部では照射位置 $r_1$ 、回転数 $N_1 = d_1 / (A k_1)$ 、中心部から2段目では照射位置 $r_2$ 、回転数 $N_2 = d_2 / A k_2$ 、中心部から3段目では照射位置 $r_3$ 、回転数 $N_3 = d_3 / (A d_3)$ 、…といったようにプログラムし（但し、 $k_i$ は加工半径 $r_i$ に対するビーム強度係数）、駆動制御装置19によって図8のようなメッシュ孔6を複数個1度に開口させることができる。このようにビーム強度係数kを用いることにより、加工深さdを精度よくコントロールすることができ、精密な断面形状のメッシュ孔6を加工できるようになる。

図9は本発明のさらに別な実施例によるメッシュ製造装置31を示す構成図である。このメッシュ製造装置31において、12はエキシマレーザ発振器、13はマスク32を保持して位置調整を行なわせるためのマスクステージ、14は投影光学系、15は全反射鏡、16は対物レンズであって、いずれも図3のメッシュ製造装置11と同様な構造及び機能を有している。上記マスクステージ13に



セットされるマスク 32 には、複数個の開口パターン 2a、2b、…が一定ピッチ毎に開口されている。例えば、図 10 (a) に示すように、マスク 32 には、中心間ピッチが PM となるように開口径の異なる開口パターン 2a、2b、2c、を順次一列に開口してある。図 10 (a) では、X 及び Y 方向にそれぞれ X off、Y off のオフセットで 2 組の開口パターン 2a、2b、2c を設けているが、1 組だけでもよく、あるいは任意のオフセット量で 3 組以上の開口パターン 2a、2b、2c を設けてもよい。あるいは、図 10 (b) に示すように、丸、四角、三角など開口形状の異なる開口パターン 2a、2b、2c を順次一定ピッチ PM 毎に一列に開口したものでもよい。また、34 はフープ状をした長尺物の薄材 33 を順次一定ピッチずつ送るための順送り装置、35 はメッシュ孔 6 を開口された薄材 33 を一定長さもしくは一定形状にカットするレーザ切断機等の切断装置である。さらに、18 は順送り装置 34 による薄材 33 の送り量やタイミングを制御するためのドライバ回路、19 は薄材 33 を送るタイミングと同期してエキシマレーザ光 L を出射させるようにドライバ回路 18 とエキシマレーザ発振器 12 を制御する駆動制御回路である。

しかして、エキシマレーザ発振器 12 から出射されたエキシマレーザ光 L は、マスクステージ 13 に設置されているマスク 32 の寸法もしくは形状の異なる複数個の開口パターン 2a、2b、2c を通過し、マスク形状の情報を持つエキシマレーザ光 L となり、投影光学系 14 に入射する。投影光学系 14、全反射鏡 15 及び対物レンズ 16 を経て、エキシマレーザ光 L は所定の縮小率 M に縮小され、その縮小投影像は順送り装置 34 上に配置されたフープ状の薄材 33 に結像照射され、薄材 33 を加工する。いま、図 11 の概略図に示すように、大きさの異なる 3 つの開口パターン 2a、2b、2c を有するマスク 32 を用いた場合、薄材 33 上における各像間のピッチが p であるとする、このメッシュ製造装置 31 は、1 回のエキシマレーザ光照射によって薄材 33 をその厚みの略 1/3 以上の深さまで加工する工程と、順送り装置 34 によって薄材 33 をピッチ p ずつ順送



りする工程とを繰り返す。例えば、薄材 33 が図 11 及び図 12 の矢印方向に送られているとすると、1つのメッシュ孔 6 は、まず大径の開口パターン 2a に対応するエキシマレーザ光 L 荷によって略 1/3 の深さまで大径孔 36a を加工され (図 12 (a))、薄材 33 が p だけ送られた後、中径の開口パターン 2b に対応するエキシマレーザ光 L によって大径孔 36a 内に略 2/3 の深さまで中径孔 36b を加工され (図 12 (b))、さらに薄材 33 が p だけ送られた後、小径の開口パターン 2c に対応するエキシマレーザ光 L によって中径孔 36b 内に貫通するまで小径孔 36c を加工される (図 12 (c))。このような工程を繰り返すことにより、薄材 33 には、図 12 (d) に示すようにメッシュ孔 6 が一定のピッチ p で加工されていく。こうして加工された薄材 33 は切断装置 35 へ送られ、予め設定された形状 (例えば、吸入器に合わせた形状) もしくは長さに切断されてメッシュ 7 が製作され、切断されたメッシュ 7 はストッカーなどに収納される。あるいは、切断装置 35 によって切断することなく、長尺のままの薄材 33 を巻取り機でドラムなどに巻取るようにしてもよい。また、上記実施例では、大径孔 36a から順次加工したが、これとは逆方向に薄材 33 を送り、小径孔 36c から順次加工するようにもできる。

図 13 に示すものは本発明のさらに別な実施例によるメッシュ製造装置 41 を示す構成図である。図 13 において、12 はエキシマレーザ発振器、15 は全反射鏡、1 は複数の開口パターン 2 を有するマスク、42 は投影光学系、43 は Z ステージのような加工ステージである。しかして、エキシマレーザ発振器 12 から出射されたエキシマレーザ光 L は、マスク 1 の開口パターン 2 を通過することにより、開口パターン形状の情報をもつエキシマレーザ光 L にビーム整形され、全反射鏡 15 で方向を変えられた後、投影光学系 42 に入射させられる。投影光学系 42 により任意縮小された投影像は、加工ステージ 43 上に配置された薄材 5 に欠像照射され、薄材 5 にメッシュ孔 6 を加工する。

上記投影光学系 42 は、薄材 5 の加工面上に開口パターン 2 の像を垂直に投影

させることができ、また像の縮小率を変化させることができるものであり、例えばテレセントリック光学系を使用すれば良い。図14は上記投影光学系42の構成の一例を示す図であって、エキシマレーザ光Lの光路上においてマスク1の直後に第1レンズ（凸レンズ）44を配置し、第1レンズ44と加工ステージ43との間においてエキシマレーザ光Lの光軸上に第2レンズ（結像レンズ）45を配置し、いわゆるテレセントリック光学系を形成している。この光学系では、投影像の中心部と周辺部とでデフォーカス時の像歪量が同じになるという特性があるため、加工面全面において均質なデフォーカス制御ができるという特徴がある。なお、図13のメッシュ製造装置41では、全反射鏡15はマスク1の上方に配置しているが、投影光学系42の第1レンズ44とマスク1を水平な光路上に配置し、第1レンズ44と第2レンズ45の中間に全反射鏡15を配置してもよい。

また、図13に示すようにエキシマレーザ光Lは加工ステージ43に向けて垂直に照射されており、加工ステージ43は上下方向に昇降可能、すなわちエキシマレーザ光Lの光路と平行な方向に移動可能となっており、この加工ステージ43は駆動制御装置19及びドライバ回路18によって駆動制御されている。駆動制御装置19は駆動パターンを記憶する手段20も有しており、予めプログラムされたパターンに従って加工ステージ43を上下に昇降させて投影像のデフォーカス量を制御すると同時にエキシマレーザ発振器12の発振を同期制御する。

従って、個のようなメッシュ製造装置41において、結像面（デフォーカス量が0）でメッシュ孔6の開口径が $d$ となるように設定されていると、図15（a）に示すように、加工ステージ43を駆動して薄材5の位置を移動させた場合、投影像の結像面から $\pm z_1$ だけ離れたデフォーカス面で加工を行なうと像が広がって加工寸法が大きくなり、結像面から $\pm z_2$ （但し、 $z_2 > z_1$ ）だけ離れたデフォーカス面で加工を行なうと像がさらに広がって加工寸法が一層大きくなる。この対応を数量的に細かく調べることによって、任意のデフォーカス量の位置における加工寸法の大きさを知ることができ、例えば図15（b）に示すように

加工位置（もしくはデフォーカス量）を加工寸法（もしくは加工歪量）との関係を得ることができる。

上記のようなメッシュ製造装置 4 1 によれば、加工ステージ 4 3 を制御して例えば図 1 6 (a) に示すように投影像のデフォーカス量を時間的に変化させれば、図 1 6 (b) に示すような直線テーパ状のメッシュ孔 6 を加工することができる。また、加工ステージ 4 3 を制御して例えば図 1 7 (a) に示すように投影像のデフォーカス量を変化させれば、図 1 7 (b) に示すようなコマ型テーパ状のメッシュ孔 6 を加工することができる。また、加工ステージ 4 3 を制御して例えば図 1 8 (a) に示すように投影像のデフォーカス量を変化させれば、図 1 8 (b) に示すような樽型テーパ状のメッシュ孔 6 を加工することができる。

図 1 9 は本発明のさらに別な実施例による薄材メッシュ製造装置 5 1 を示す構成図である。図 1 9 において、1 2 はエキシマレーザ発振器、5 2 はマスク 5 3 を保持してマスク 5 3 の位置調整を共にマスク駆動を行なうマスク駆動装置、1 4 は投影光学系、1 5 は全反射鏡、1 6 は開口パターン 5 8 の像を薄材 5 の表面に結像させるための対物レンズ、1 7 は薄材 5 を載置してエキシマレーザ光 L に対して相対的に移動させる加工ステージ、1 8 は加工ステージ 1 7 の移動位置やマスク駆動装置 5 2 によるマスク 5 3 の駆動量を制御するためのドライバ回路、1 9 は駆動制御装置である。また、駆動制御装置 1 9 は、駆動パターンを記録する手段 2 0 を有しており、予めプログラムされたパターンにしたがって、加工ステージ 1 7 及びマスク駆動装置 5 2 を制御し、同時にエキシマレーザ発振器 1 2 の発振を同期制御する。

図 2 0 は上記マスク 5 3 の構造を示す正面図である。マスク 5 3 は一対のサブマスク 5 4、5 5 を密着させるように重ねて構成されており、両サブマスク 5 4、5 5 には複数の同形状の開口 5 6、5 7、が同じ配列で設けられ、両サブマスク 5 4、5 5 の開口 5 6、5 7 が重なりあって貫通した領域によって開口パターン 5 8 が形成されている。従って、2 つのサブマスク 5 4、5 5 は互いに全ての開

開口56、57を完全に重ね合わせることができるようになっており、このとき開口パターン58の開口率は100%となる。また、両サブマスク54、55の位置関係を互いに移動させてオフセット量を持たせることにより、図21(a)に示すように全ての開口56、57を閉じて開口パターン58の開口率を0%としたり、図21(b)に示すように開口56、57同士を少し重ねて開口パターン58を小さな開口率で開いたり、図21(c)に示すように開口56、57同士を少し大きく重ねて開口パターン58を比較的大きな開口率で開いたりといったように、開口パターン58の開口率を任意に調整することができる。なお、図20及び図21では開口56、57は四角形ないし菱形をしているが、菱形である必要はなく、三角形や六角形など他の形状であっても良い。もっとも、図示のように四角形ないし菱形とすれば、開口パターン58の寸法を変化させても相似形のままで変化させることができる。

図22に示すものは上記マスク53を駆動して開口パターン58の開口率を変化させるためのマスク駆動装置52の具体的構成を示す正面図である。サブマスク54、55はそれぞれ左右に配置させた別々のホルダー59、60に固定されており、各ホルダー59、60はリニアベアリング等の支持機構61によってスムーズに平行移動できるよう支持されている。また、ホルダー59、60に設けた雄ネジ孔62、63には精密送りネジ64、64が螺合されており、精密送りネジ64、64はカップリング65、65を介してパルスステップモータ66、66に連結されている。しかして、このマスク駆動装置52においては、左右のパルスステップモータ66、66は同位相だけ制御され、両サブマスク54、55は同じ距離だけ互いに反対側へ移動させられるようになっている。従って、両サブマスク54、55の開口56、57は互に対称に移動させられるので、開口パターン58の中心が移動せず、各開口パターン58を通過したエキシマレーザ光Lの光軸が一定に保たれる。

しかして、上記のようなメッシュ製造装置51を用いれば、図23に示すよう

にして深さ方向に開口径の異なるメッシュ孔6をメッシュ加工することができる。すなわち、開口パターン58の開口率を100%にした状態で図23(a)に示すように、大きな面積で薄材5に適当な深さで加工し、ついで、マスク駆動装置52を駆動してマスク53の開口パターン58を少し閉じた状態で図23(b)に示すように少し小さな面積で薄材5を適当な深さに掘り下げ、同様にマスク53の開口パターン58をさらに閉じた状態で図23(c)に示すようにより小さな面積で薄材5を掘り下げ、最後にマスク53の開口パターン58をさらに閉じた状態で図23(d)に示すようにさらに小さな面積で薄材5を貫通させ、複数個のメッシュ孔6を形成することができる。

また、メッシュ孔6を加工する順序は図23をは逆にしても良い。すなわち、マスク53の開口パターン58のサイズを次第に大きくしていき、図24(a)(b)(c)(d)に示すようにメッシュ孔6の大きさを次第に広げていき、目的とする形状のメッシュ孔6を形成してもよい。この場合には、図24にも図示しているように、先に加工されている小さな孔の段部に自然にテーパが形成され留ので、メッシュ孔6全体の開口径の変化が滑らかになるという効果がある。なお、図23、図24では4段階に開口パターン58のサイズを変化させているが、マスク53の開口パターン58のサイズをエキシマレーザ光Lの例えば1ショット毎に変化させれば、より細かな制御を行うことができ、より滑らかな内周面を有するメッシュ孔6を形成することが可能である。また、マスク53は時間的に不連続的に駆動する必要はなく、連続的にマスク53を駆動すれば、滑らかな断面形状を有するメッシュ孔6を形成することもできる。さらに、マスク駆動装置52を用いることなく、手動で明日匂53を調整しても差し支えない。

図25に示すものは図19のメッシュ製造装置51に用いることができる別な構造のマスク駆動装置71を示す正面図である。このマスク駆動装置71にあっては、左右のいずれか一方において上下に位置された一对のホルダー72、73に両サブマスク54、55の側端部が固定されており、各ホルダー72、73は



リニアベアリング等の支持機構 74 によってスムーズに水平移動できるよう支持されている。また、上のホルダー 72 の下面と下のホルダー 73 の上面にはそれぞれ同一ピッチのラック 75、76 が形成され、当該ラック 75、76 は上下に対向しており、上下のラック 75、76 には駆動モータ（図示せず）によって回転駆動させる駆動ギア 77 が同時に噛み合っている。従って、駆動ギア 77 を回転させると、両サブマスク 54、55 は同じ距離だけ反対方向に向けて水平に移動し、両サブマスク 54、55 の開口 56、57 間に形成された開口パターン 58 の大きさを変えることができる。

本発明に係るメッシュは、例えばポリサルフォンやポリエステルのような人体に安全な素材によって作製することにより、図 26 に示すような吸入器等の医療用機器に用いることができる。特に、吸入器の場合、噴霧粒子径によって患部への到着距離が変化するために患部への効果が変わり、噴霧粒子径はメッシュ孔の形状に大きく左右されるが、本発明においては噴霧に最適な断面形状のメッシュ孔を得ることができる。さらに、振動子の周波数が同じでも患部用途に応じてメッシュ孔の形状を変化させることができ、同一吸入器でもメッシュを交換するだけで複数箇所の患部に使用することが可能になる。また、例えばポリイミドのような素材によって形成したメッシュは理化学機器等に用いることができる。

なお、上記実施例では、光源としてエキシマレーザ発振器を用いたが、これ以外にも YAG レーザ第 4 高調波やパラメトリック発振、紫外線ビーむ（UV 光）などを用いてもよい。

また、上記方法及び装置を用いれば、高分子薄材に限らず、ニッケル以外の金属薄板、例えば人体に安全なチタンやステンレス等の薄板を用いて金属薄板からなるメッシュを製造し、これを薄材メッシュとして用いることもできる。また、セラミック薄材を用いてメッシュを製造し、これを薄材メッシュとして使用することも可能である。

産業上の利用可能性

本発明にあっては、薄材めっしゅ用の薄材をして任意の素材を用いることができるので、例えば高分子薄材やセラミック薄材等からなる耐食性、耐薬品性に優れた柔軟なメッシュを得ることができ、しかも、用途に応じて最適なメッシュ材を選択することができる。例えばポリサルフォンやポリエステル等の人体に安全で、耐食性に優れた材料によってメッシュを製造することができるので、吸引器等の医療用機器や食品製造用機器等に好適なメッシュを提供することができる。また、例えばポリイミド等によって製造されたメッシュなども理化学機器等に用いることができ、メッシュの用途を拡大することができる。

また、本発明にあっては、紫外線ビームにより微細な貫通孔を加工しているので、任意の薄材を素材として微細なメッシュ加工を施すことができる。しかも、任意孔形状もしくは任意断面形状の貫通孔を形成することができ、貫通孔に階段状のテーパ加工や滑らかなテーパ加工を施すことができる。

また、紫外線ビームを薄材とを相対的に動かすことによって貫通孔を加工する方法によれば、マスク形状に関係なく任意の形状をした貫通孔を形成することができ、マスク変更の段取り時間が不要になる。しかも、複数本の紫外線ビームを用いれば、一度に複数個の貫通孔を形成することができ、加工時間を短縮することができる。さらに、メッシュ加工の自動化も容易に行なえる。

さらに、形状や径の異なる複数個の開口パターンを設けたマスクを用い、加工深さによって貫通孔の加工形状を変化させる方法によれば、薄材に構成度に制御された多段微細メッシュ加工を施すことができ、任意断面形状の貫通孔を設けることができる。特に、開口形状もしくは開口径の異なる複数個の開口パターンをマスクに一定ピッチ毎に設けてあると、複数の貫通孔を同時に加工することができ、加工時間を短縮できると共にメッシュの量産性が向上する。さらに、フープ状などの長尺物の薄材を用い、メッシュ加工後に薄材を切断するようにすれば、より生産性が向上する。

また、紫外線ビームの結像面と薄材とを紫外線ビームの光軸と平行な方向に相

対的に変化させてメッシュ加工する方法によれば、時間的に結像面と薄材との距離を連続的に変化させることにより、加工深さによって孔径を連続的に、かつ滑らかに変化させることができ、内周面が滑らかに変化するテーパ状などの貫通孔を容易に製作することができる。また、加工時間も短くすることができる。

また、マスクを駆動して開口パターンの大きさを変化させられるようにすれば、マスクを交換したり、光学系を調整したりすることなく、一種のマスクにより開口パターンの大きさを変化させて種々の寸法の貫通孔を形成することができる。しかも、貫通孔を加工しながら、開口パターンの大きさを変化させることにより、孔径の大きさを変化させることができ、加工深さによって口径が連続的、もしくは不連続に変化した任意断面形状の貫通孔を短時間で形成することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 紫外線ビームの照射によって薄材に複数個の高アスペクト比の微細な貫通孔を形成したことを特徴とする薄材メッシュ。
2. 前記薄材は、高分子薄材であることを特徴とする請求項1に記載の薄材メッシュ。
3. 前記薄材は、セラミック薄材であることを特徴とする請求項1に記載の薄材メッシュ。
4. 前記薄材は、金属薄材であることを特徴とする請求項1に記載のメッシュ。
5. 紫外線ビームを照射することにより薄材に複数個の微細な貫通孔を加工することを特徴とする薄材メッシュの製造方法。
6. 貫通孔の加工形状に比べて十分小さな紫外線ビームを複数同時に照射し、加工対象となる薄材を前記紫外線ビームとを相対的に動かすことによって任意断面形状の貫通孔を複数同時に形成することを特徴とする薄材メッシュの製造方法。
7. 貫通孔の加工形状に比べて十分小さな紫外線ビームを照射する手段と、加工対象となる薄材と前記紫外線ビームを相対的に移動させる手段とを備えたことを特徴とする薄材メッシュ製造装置。
8. 貫通孔の加工形状にくらべて十分小さな紫外線ビームを照射する手段と、前記貫通孔の加工形状を記憶する手段と、当該紫外線ビームと加工対象となる薄材とを相対的に移動させる手段と、前記移動手段に設けた加工位置検出手段と、前記加工位置検出手段から出力された位置検出信号と前記記憶手段に記憶されている加工形状とを比較判断する手段と、前記比較判断手段による判断に基づき、加工形状に応じて前記移動手段を制御すると共に前記照射手段へ紫外線ビーム発振信号及びビーム強度制御信号を出力する手段とを備えたことを特徴とする薄材メッシュ製造装置。

9. 開口形状もしくは開口径の異なる複数個の開口パターンをマスクに設け、薄材の同一領域に異なる各開口パターンを透過した紫外線ビームを順次照射して加工を施すことにより、薄材に任意断面形状の貫通孔をあけることを特徴とする薄材メッシュの製造方法。

10. 開口形状もしくは開口径の異なる複数個の開口パターンを一定ピッチ毎に設けたマスクと、

前記マスクの各開口パターンを透過した紫外線ビームを同時に薄材に結像照射させる手段と、

薄材を一定ピッチ毎に順送りする手段とを備えたことを特徴とする薄材メッシュ製造装置。

11. 貫通孔を形成された前記薄材を切断する手段を備えたことを特徴とする請求項10に記載の薄材メッシュ製造装置。

12. 薄材に紫外線ビームによるマスクの開口パターンの像を投影し、薄材と前記像の結像面とを紫外線ビームの光軸と平行な方向に相対的に変化させることにより、深さ方向に沿って開口径の変化した貫通孔を薄材に加工することを特徴とする薄材メッシュの製造方法。

13. 紫外線ビームを発生する手段と、

開口パターンを開口したマスクと、

前記開口パターンの像を加工対象となる薄材に向けて投影すると共に投影倍率を可変にできる投影光学系と、

前記薄材を紫外線ビームの光軸と平行な方向に移動させる手段とを備えたことを特徴とする薄材メッシュ製造装置。

14. 開口を有する少なくとも2枚のサブマスクを重ね、前記開口を重ねることによって開口パターンを形成し、前記開口の重なりを変化させることによって前記開口パターンの開口寸法を変えられるようにし、当該開口パターンを透過させた紫外線ビームによって薄材に開通孔を加工するようにしたことを特徴とする薄



材メッシュの製造方法。

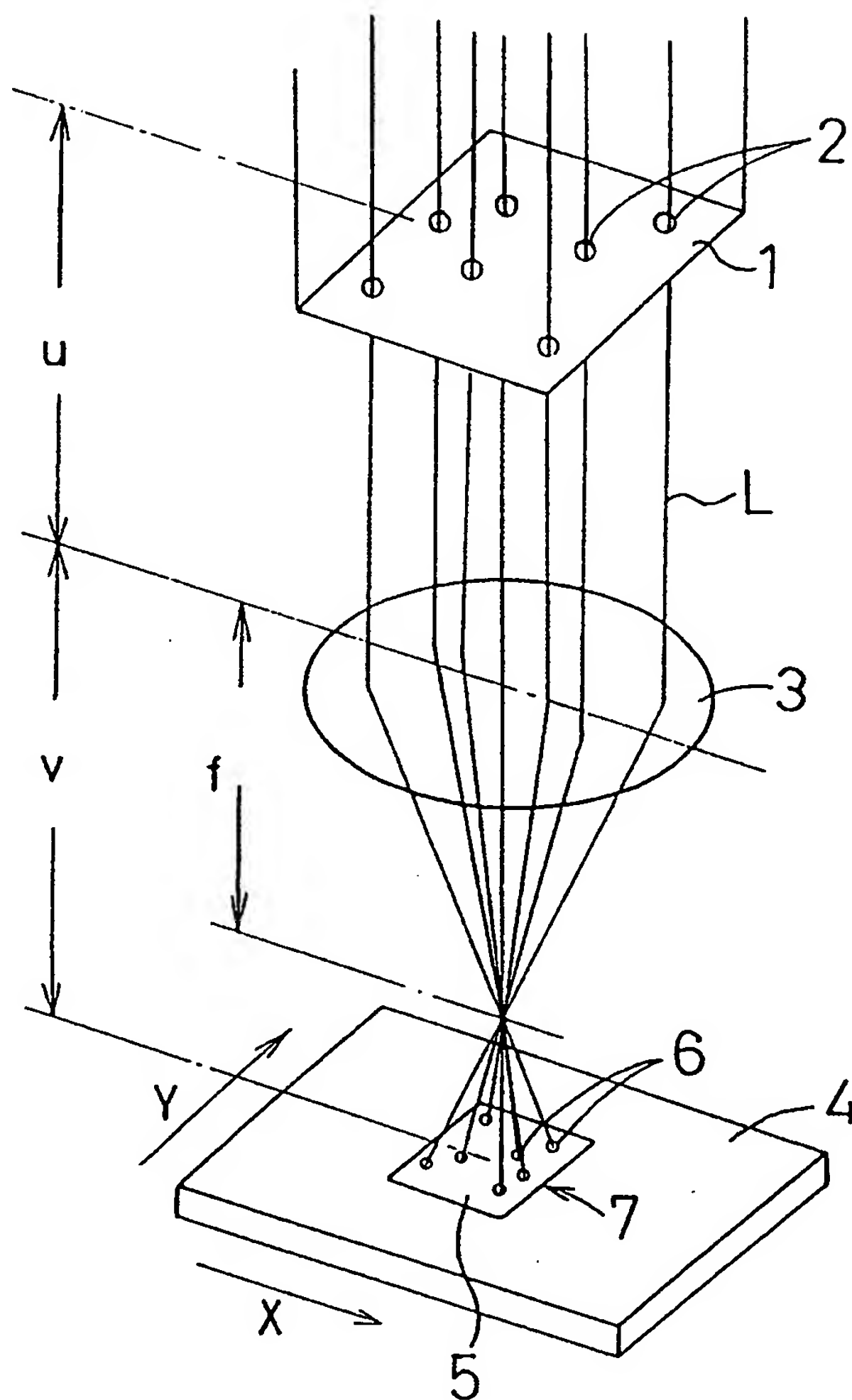
15. 紫外線ビームを発生する手段と、

開口を有する少なくとも2枚のサブマスクを重ね、前記サブマスクの重なりを変化させることによって前記開口の重なりによって形成された開口パターンの開口寸法を変えられるようになったマスクと、

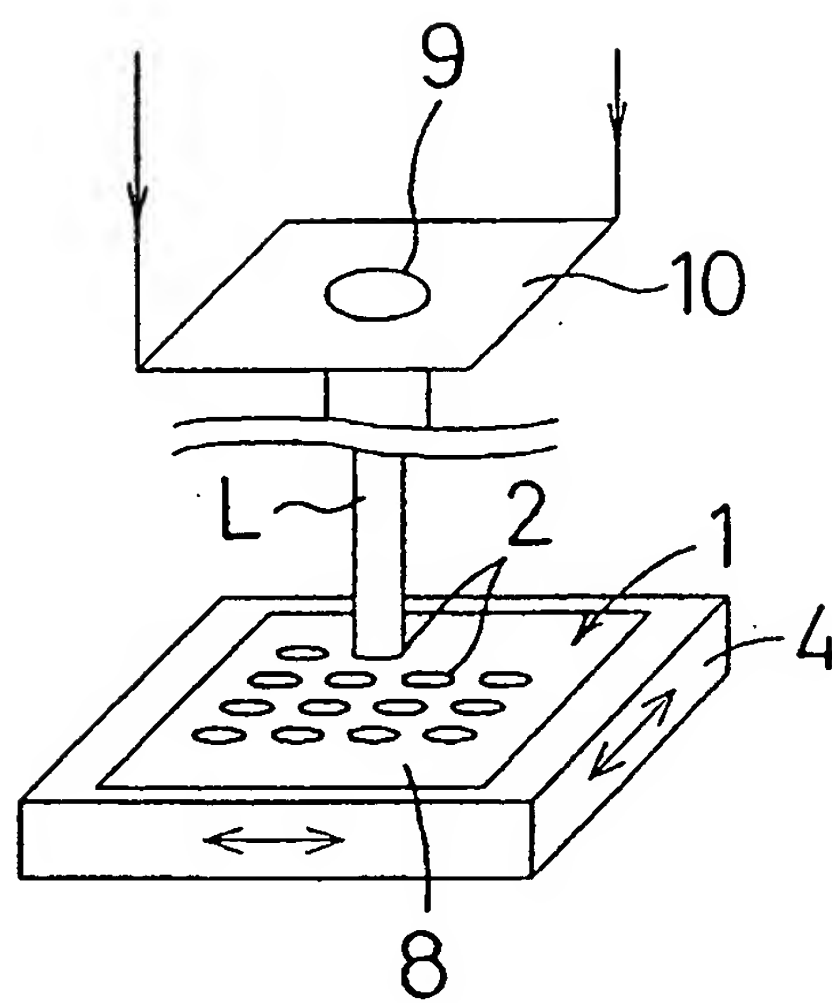
前記サブマスクの重なり量を変化させる手段と、

前記開口パターンを通過した紫外線ビームを加工対象となる薄材に照射する投影光学系とを備えたことを特徴とする薄材メッシュ製造

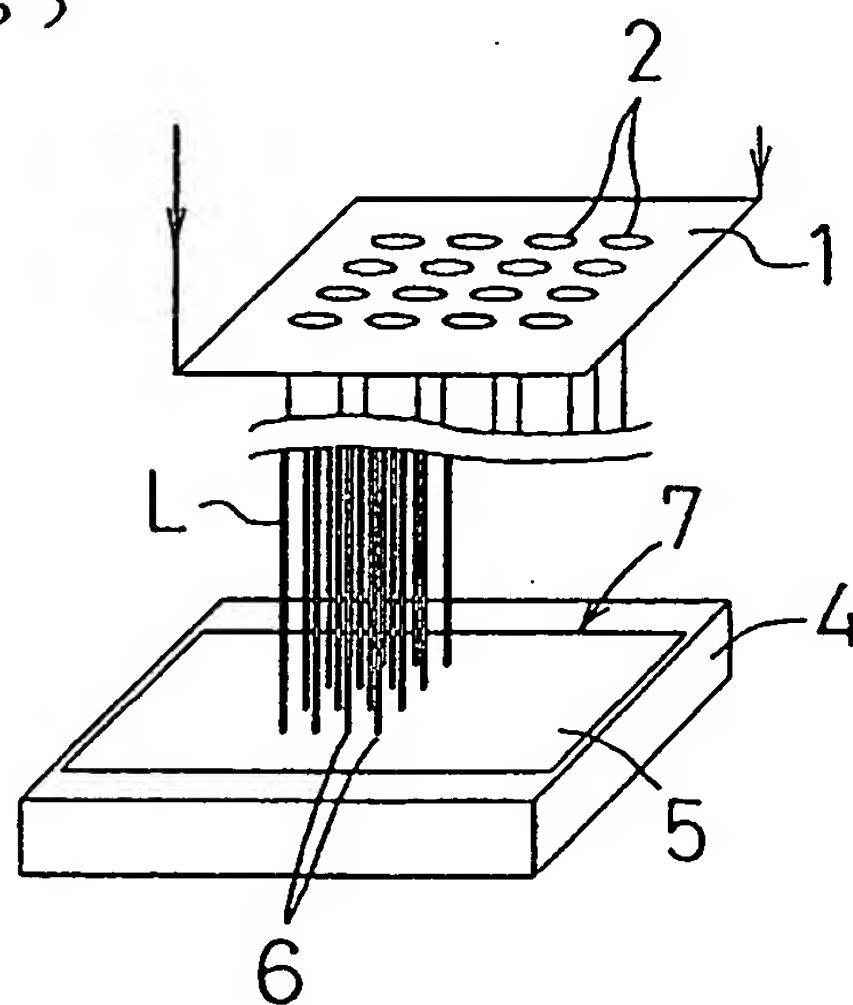
第 1 図



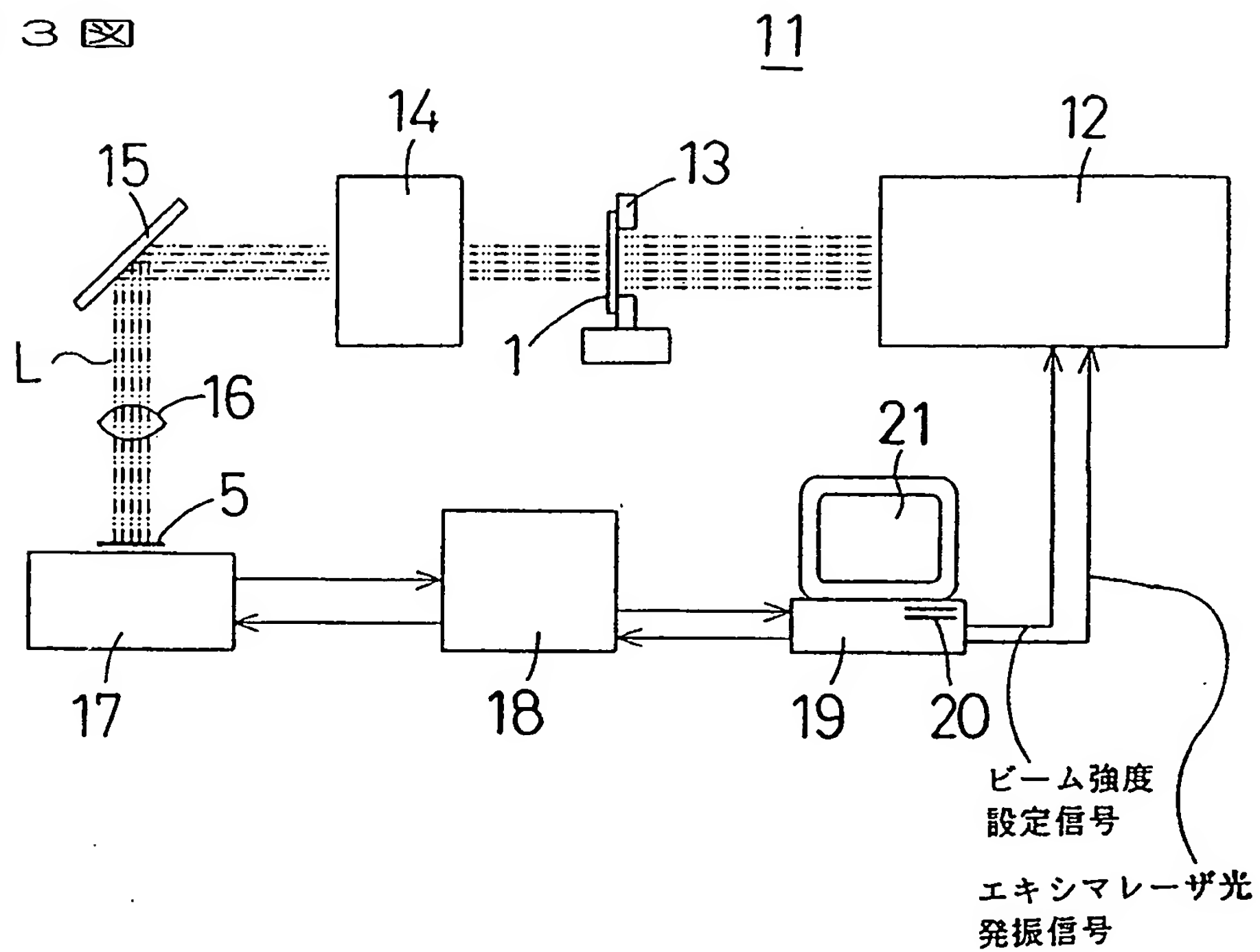
第2図 (a)



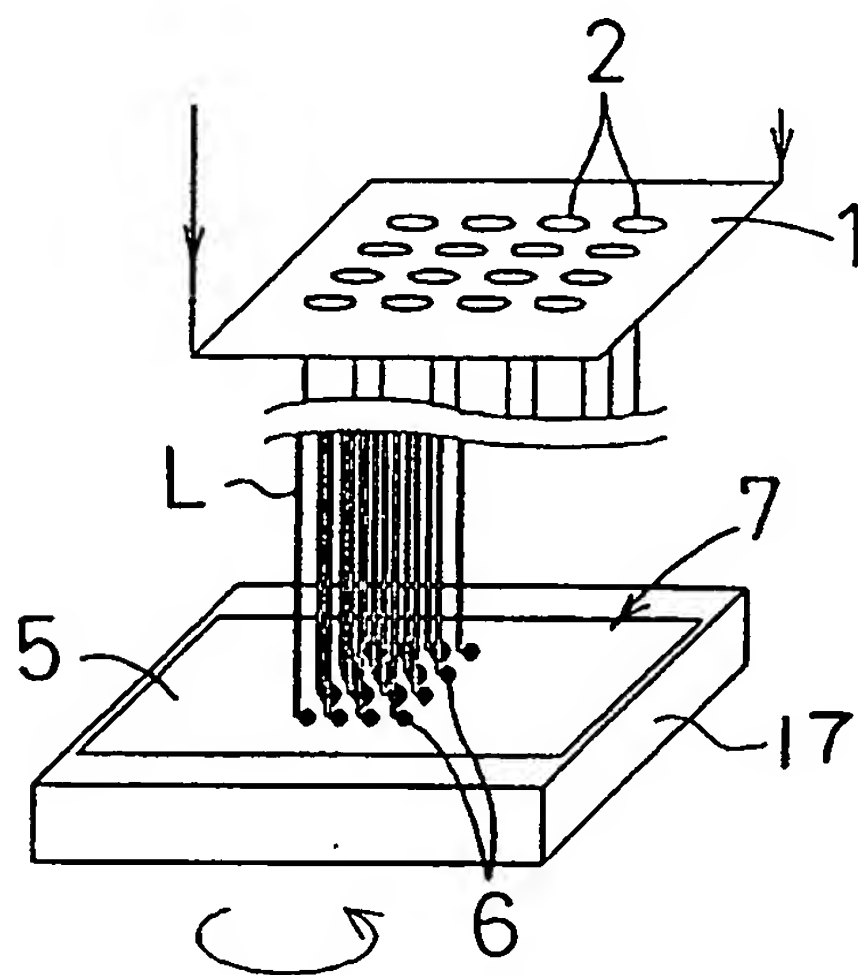
第2図 (b)



第 3 図

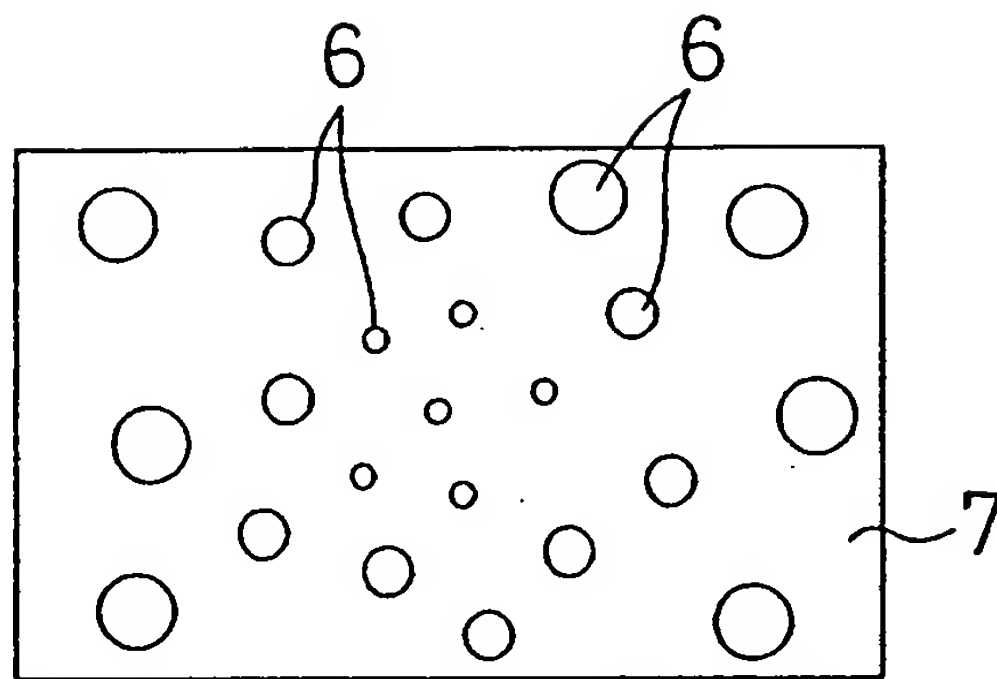


第 4 図

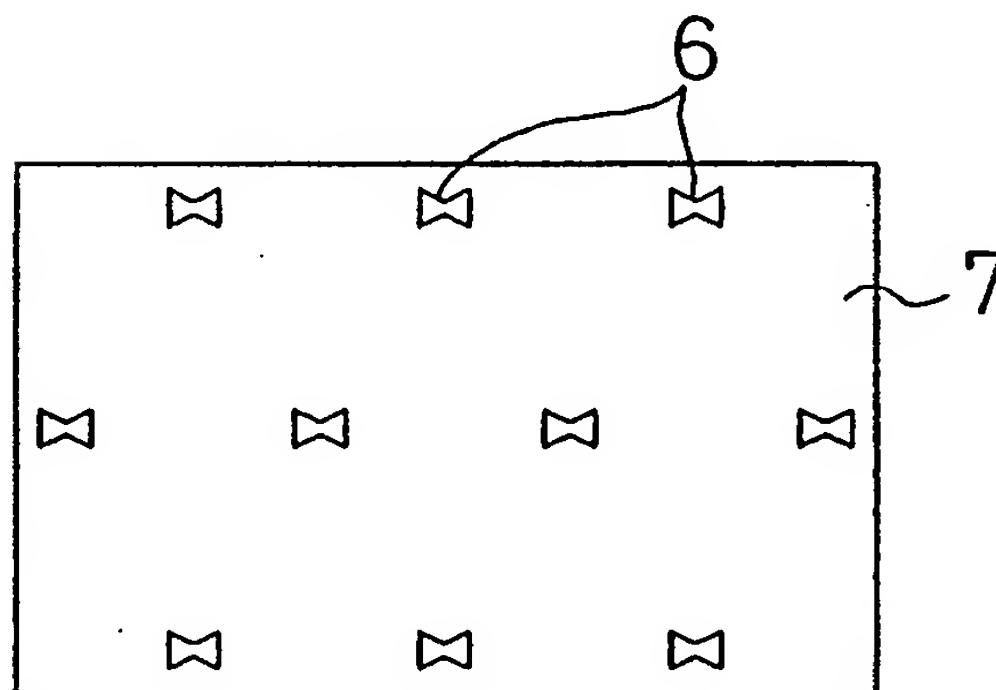


4/15

第 5 図

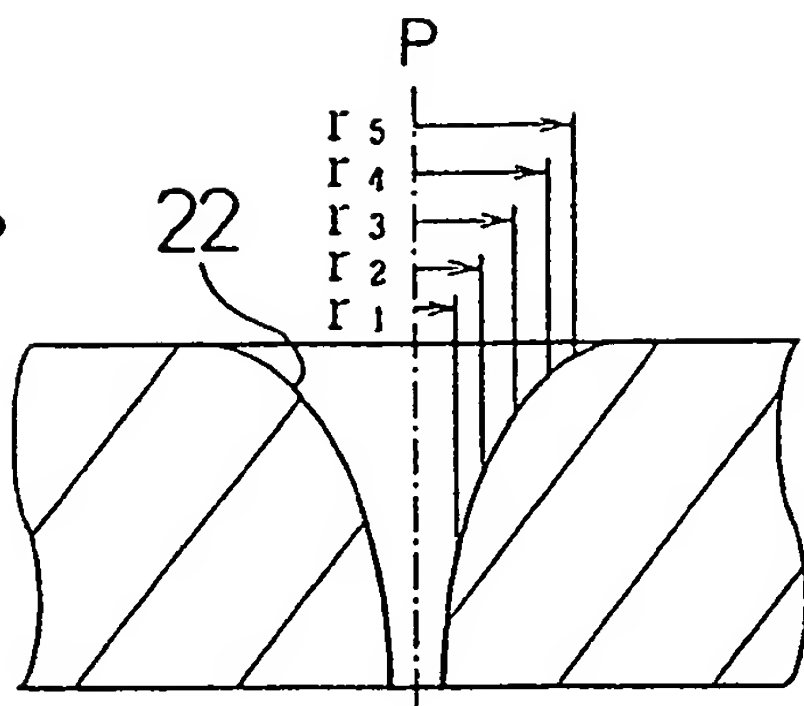


第 6 図

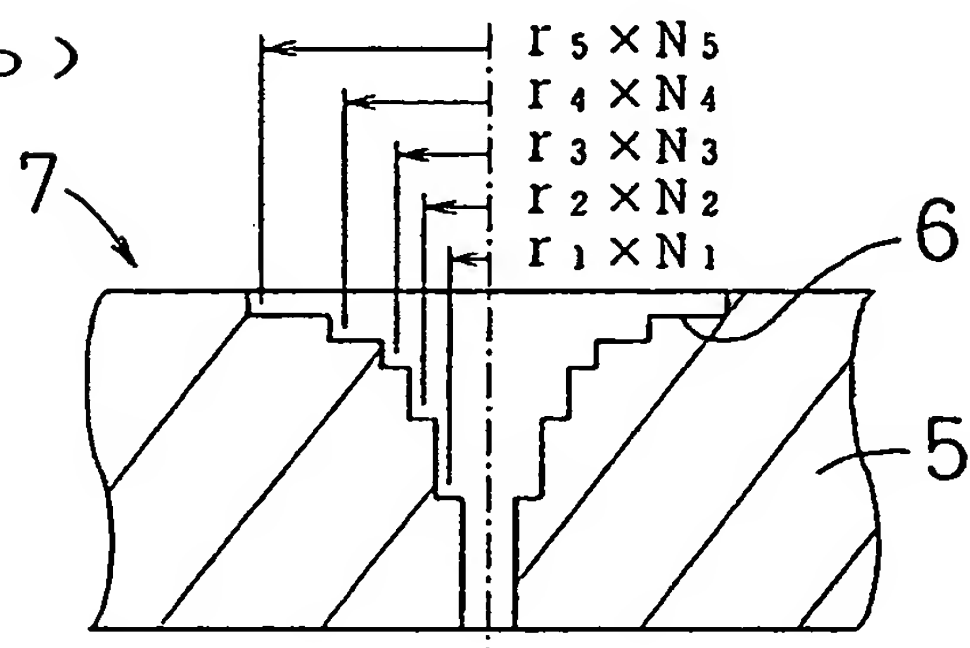


5/15

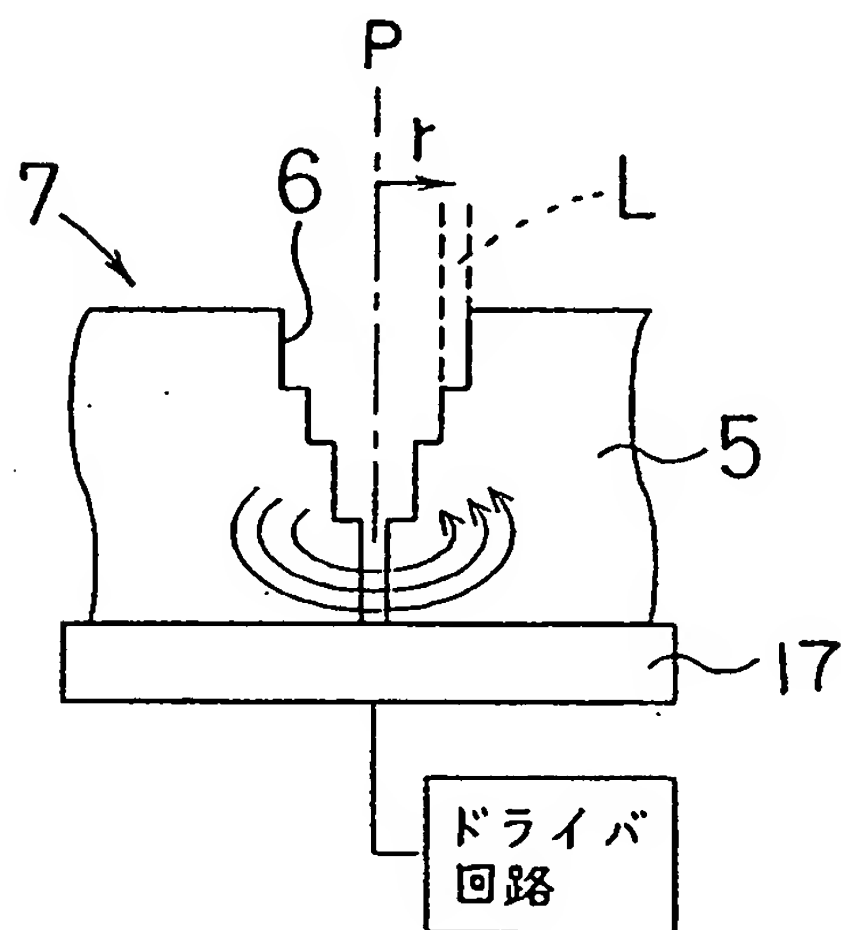
第 7 図 (a)



第 7 図 (b)



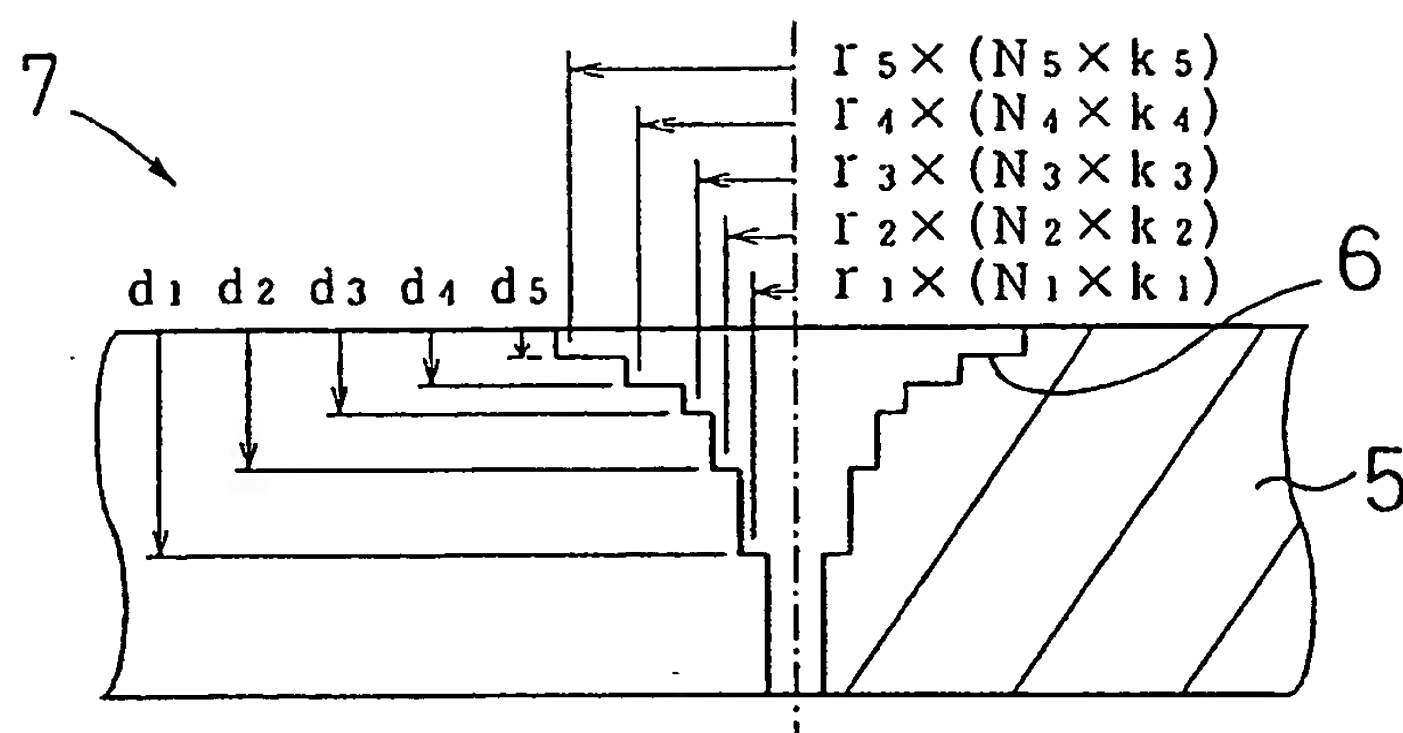
第 7 図 (c)





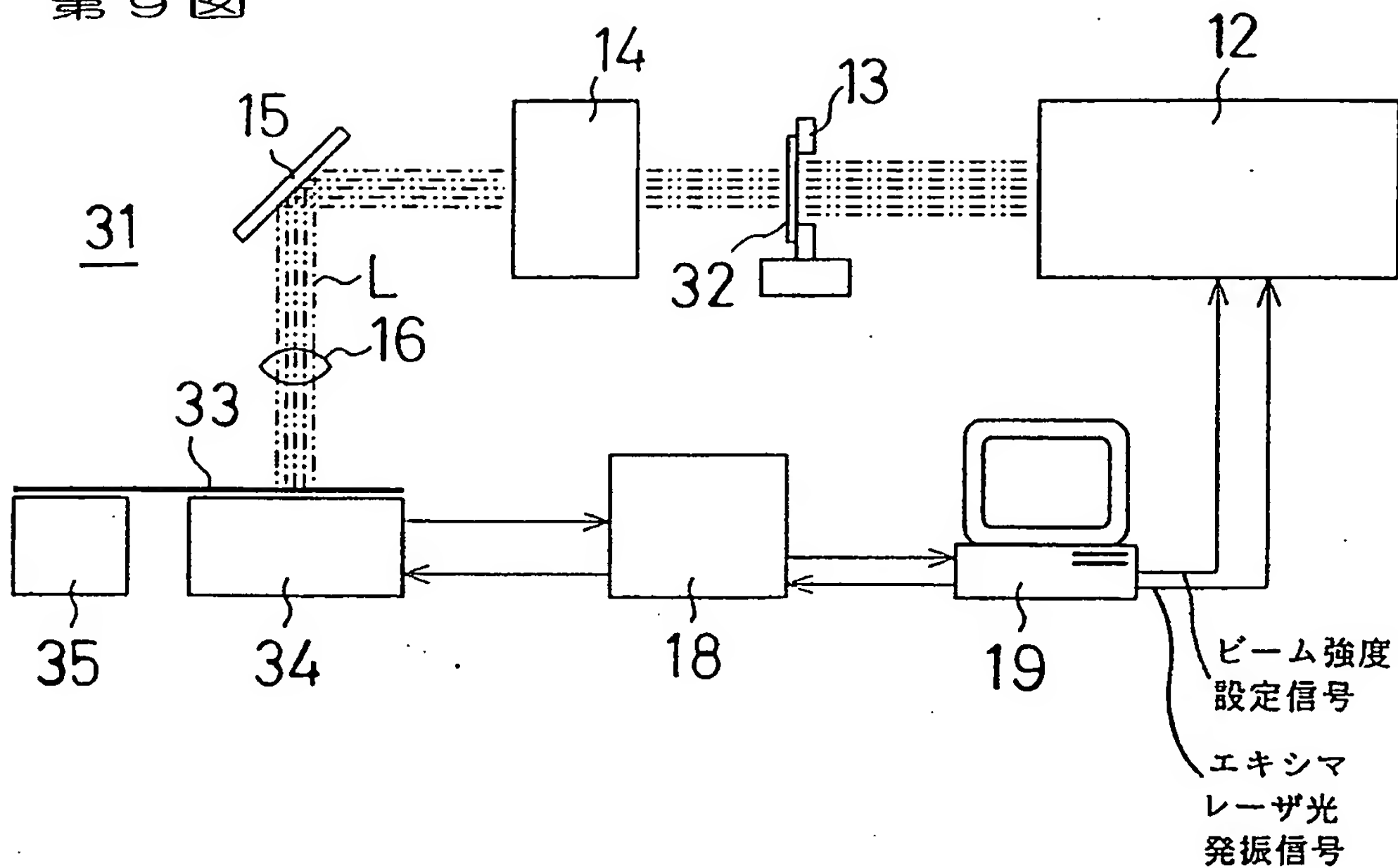
6/15

第 8 図

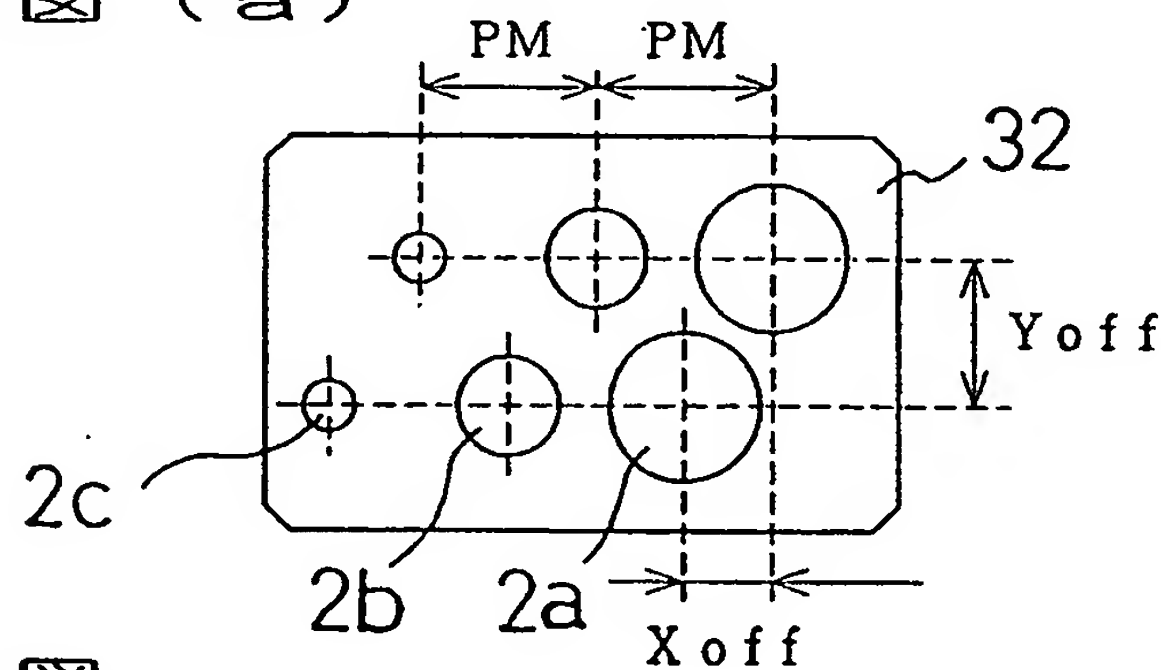
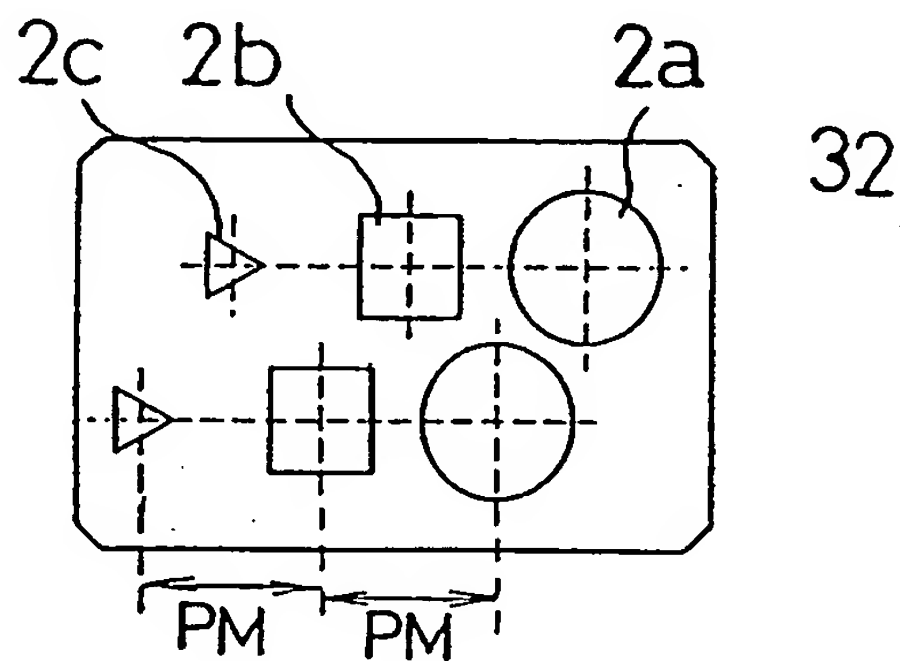


7/15

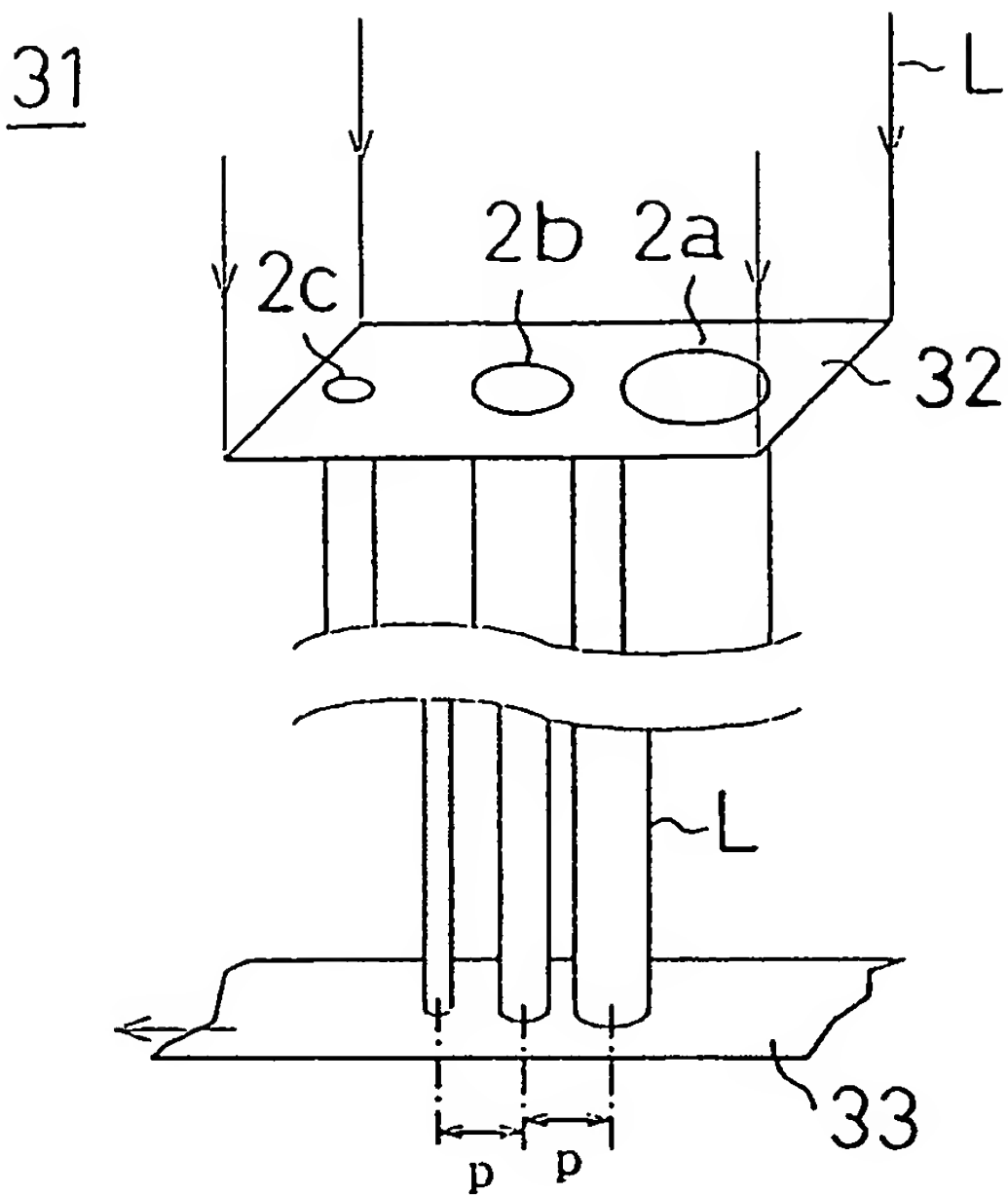
第 9 図



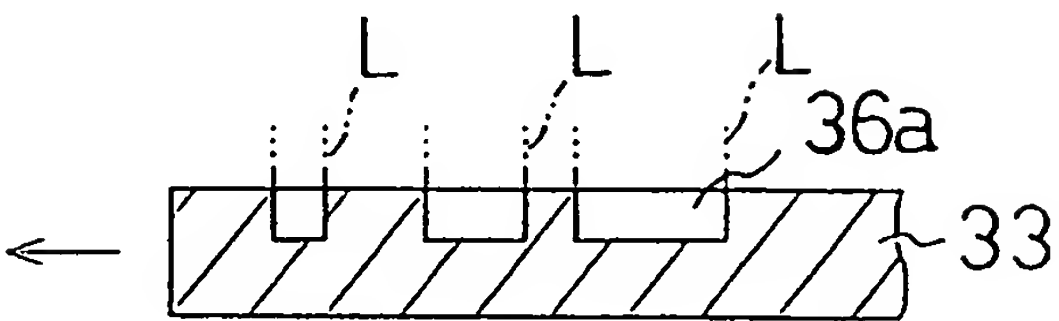
第 10 図 (a)

第 10 図  
(b)

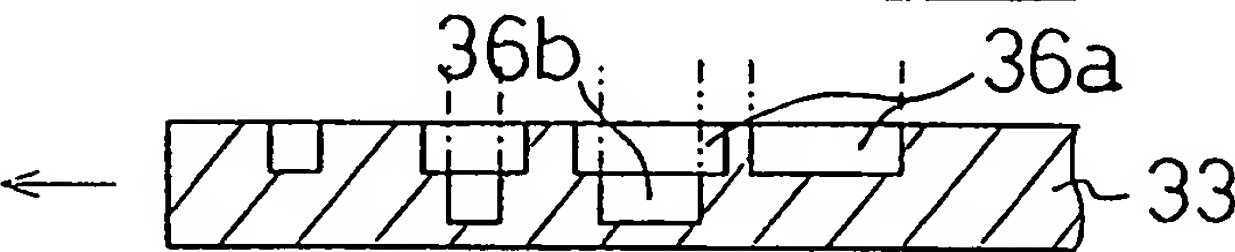
第 1 1 図



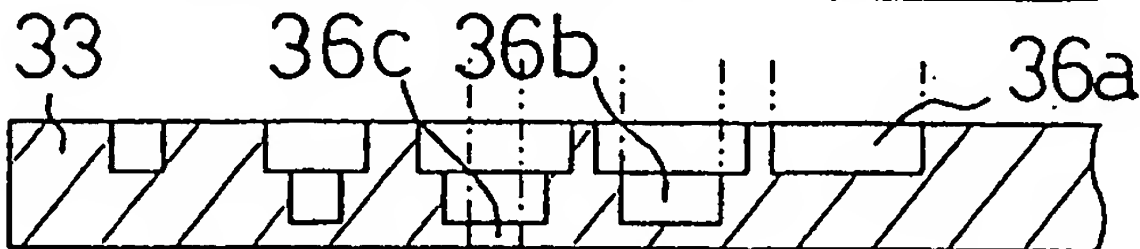
第 1 2 図  
(a)



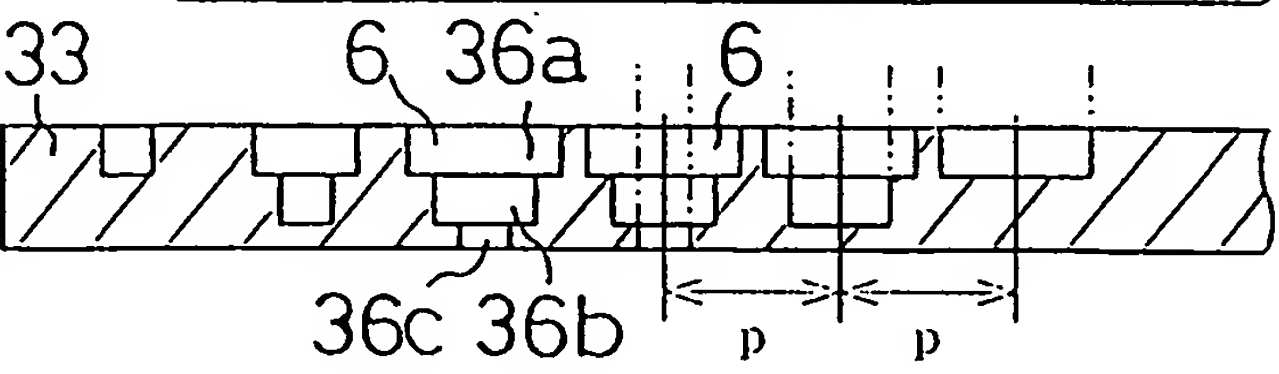
第 1 2 図  
(b)



第 1 2 図  
(c)

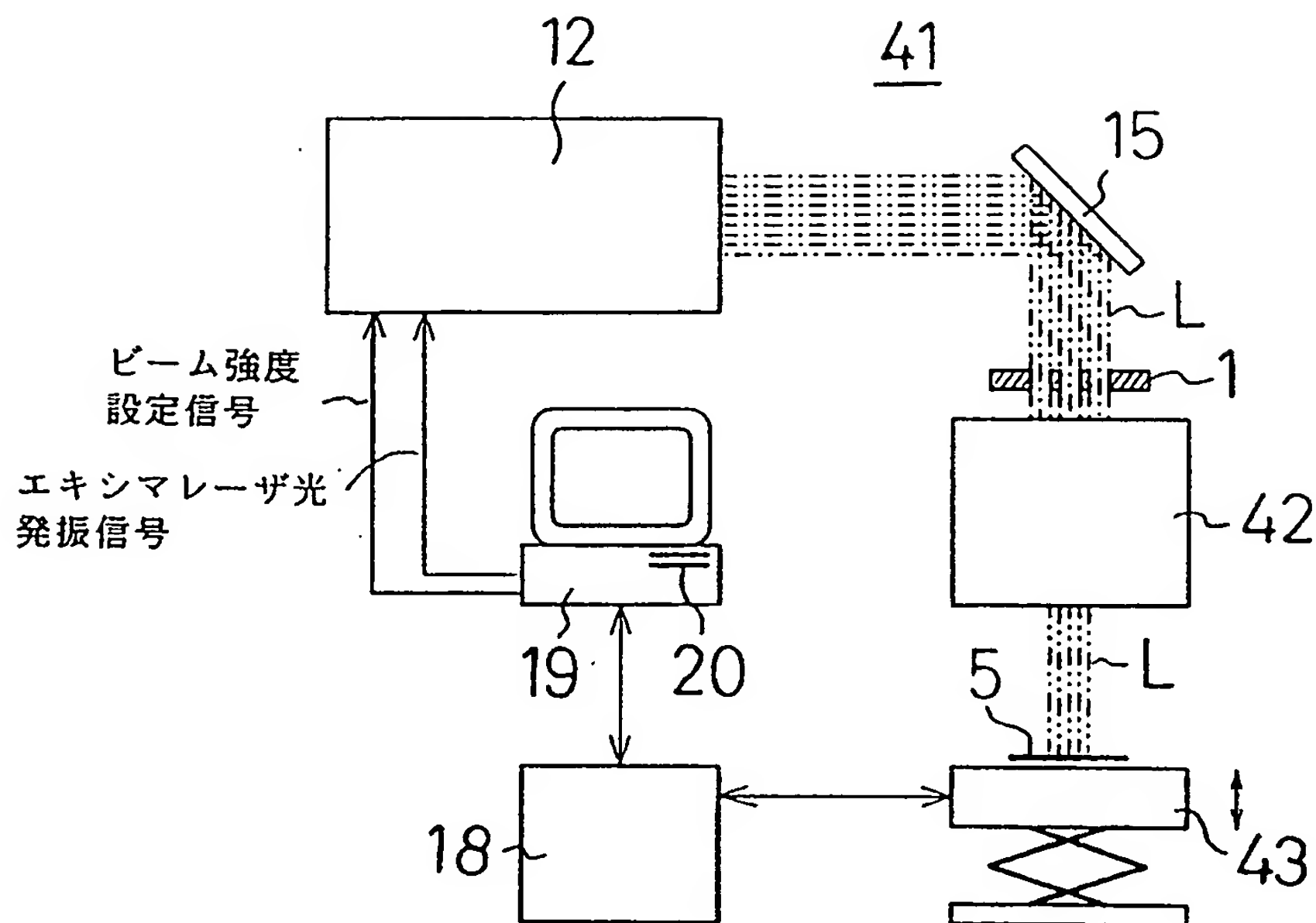


第 1 2 図  
(d)

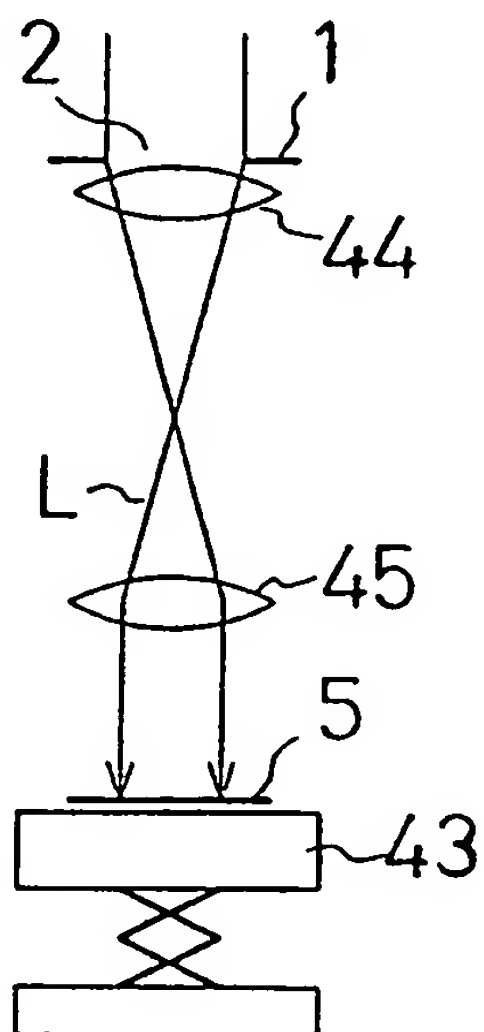


9/15

第 1 3 図

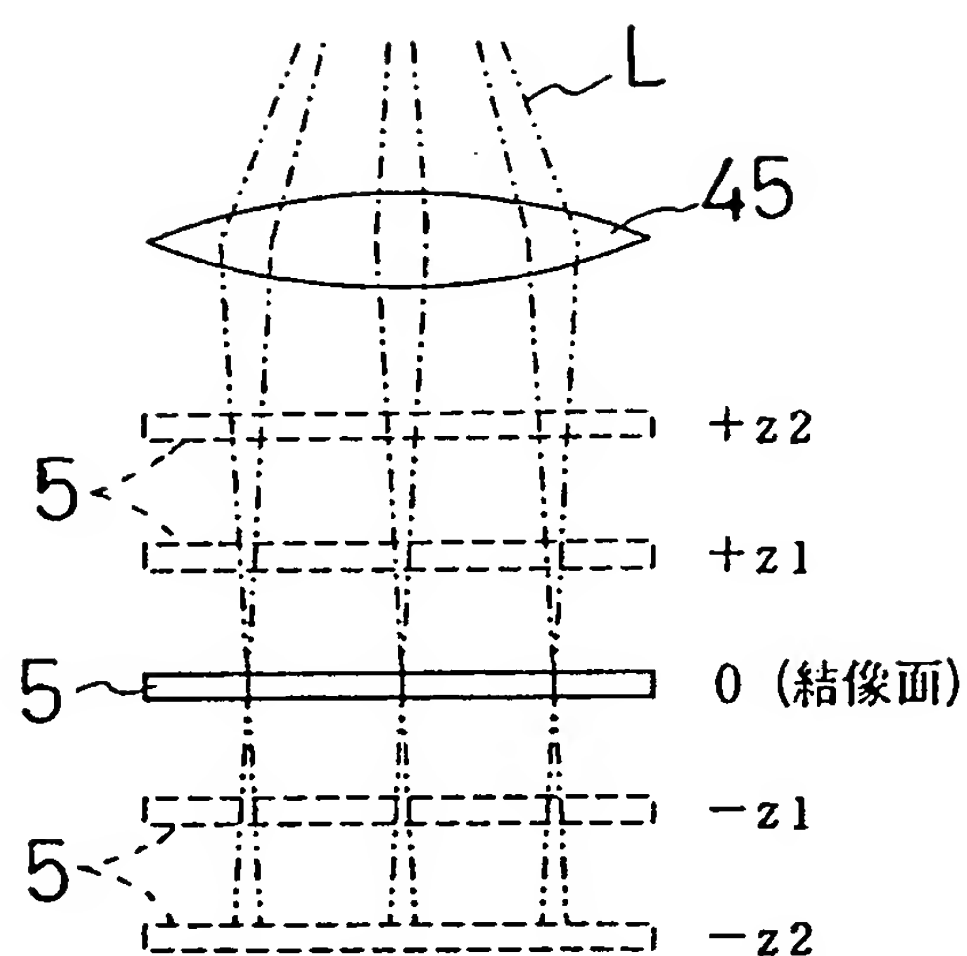


第 1 4 図

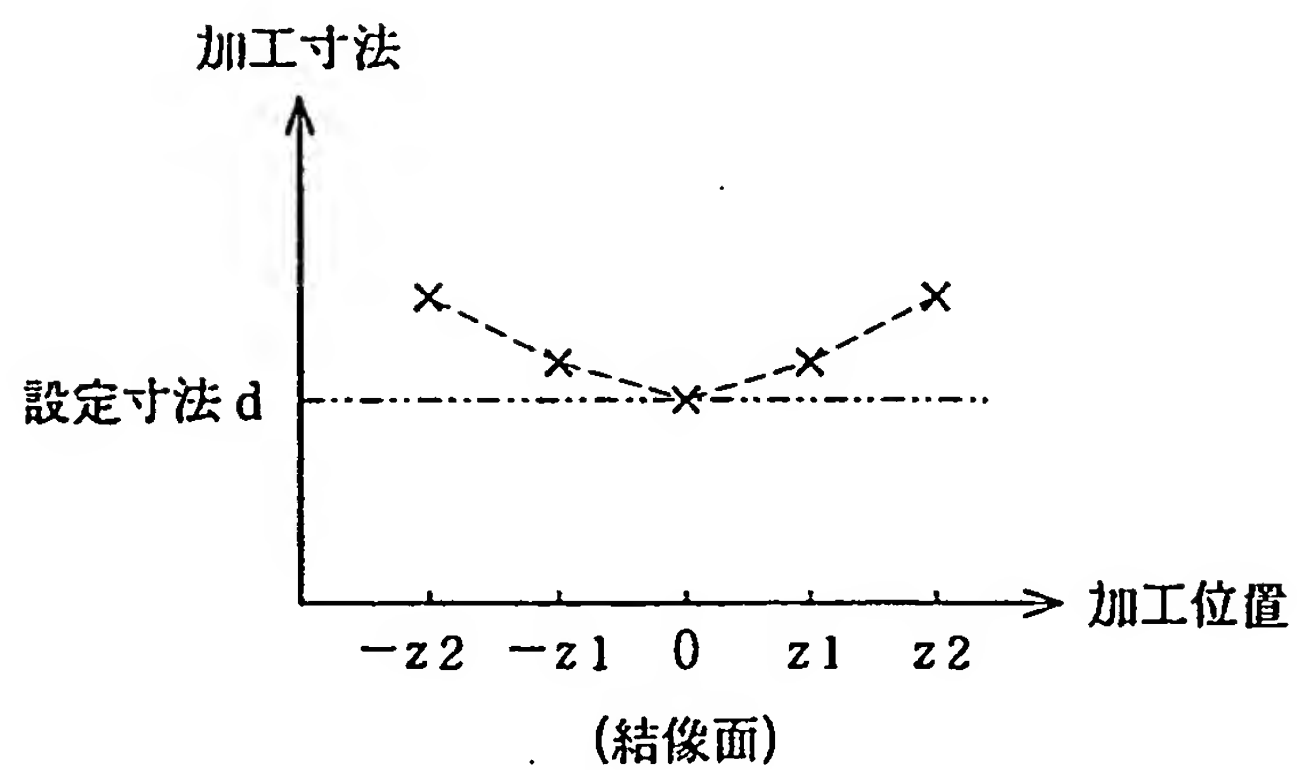


10/15

第 1 5 図 (a)

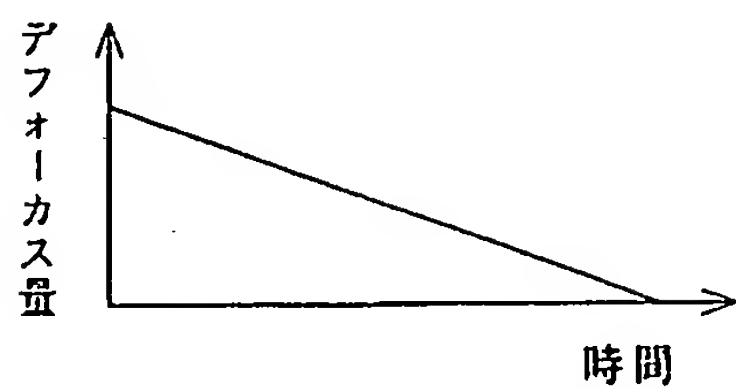


第 1 5 図 (b)

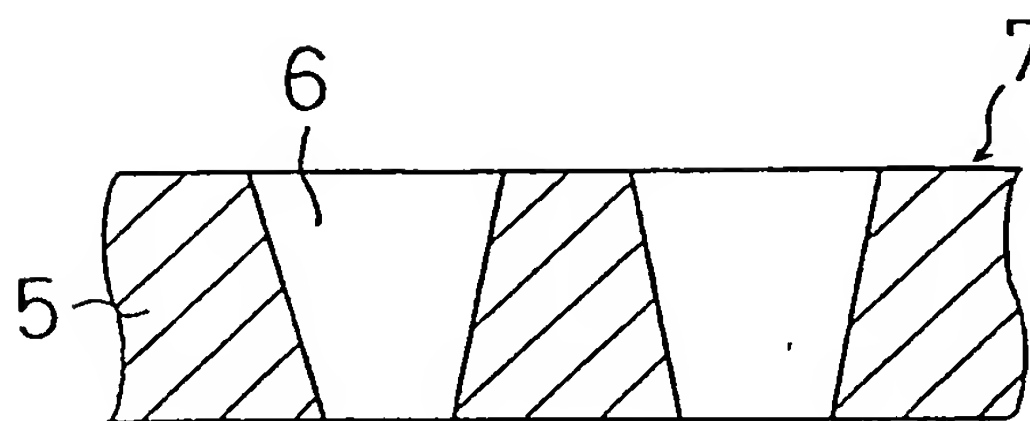


11/15

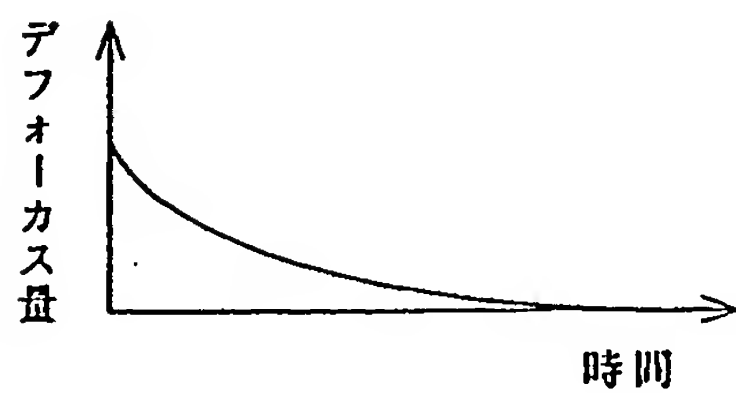
第 1 6 図 (a)



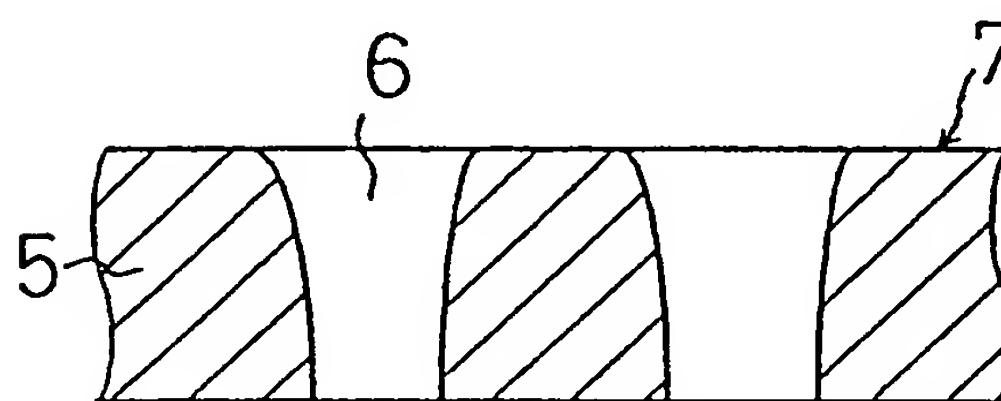
第 1 6 図 (b)



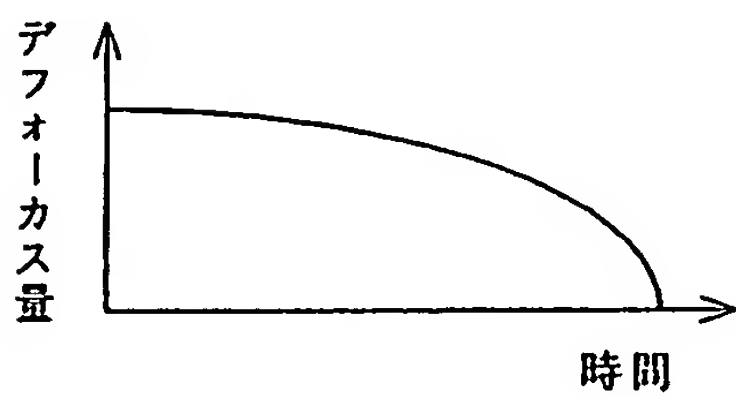
第 1 7 図 (a)



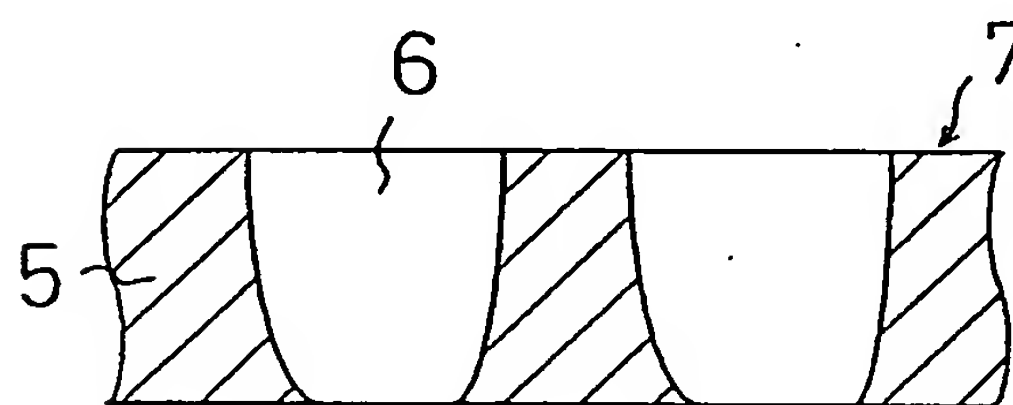
第 1 7 図 (b)



第 1 8 図 (a)



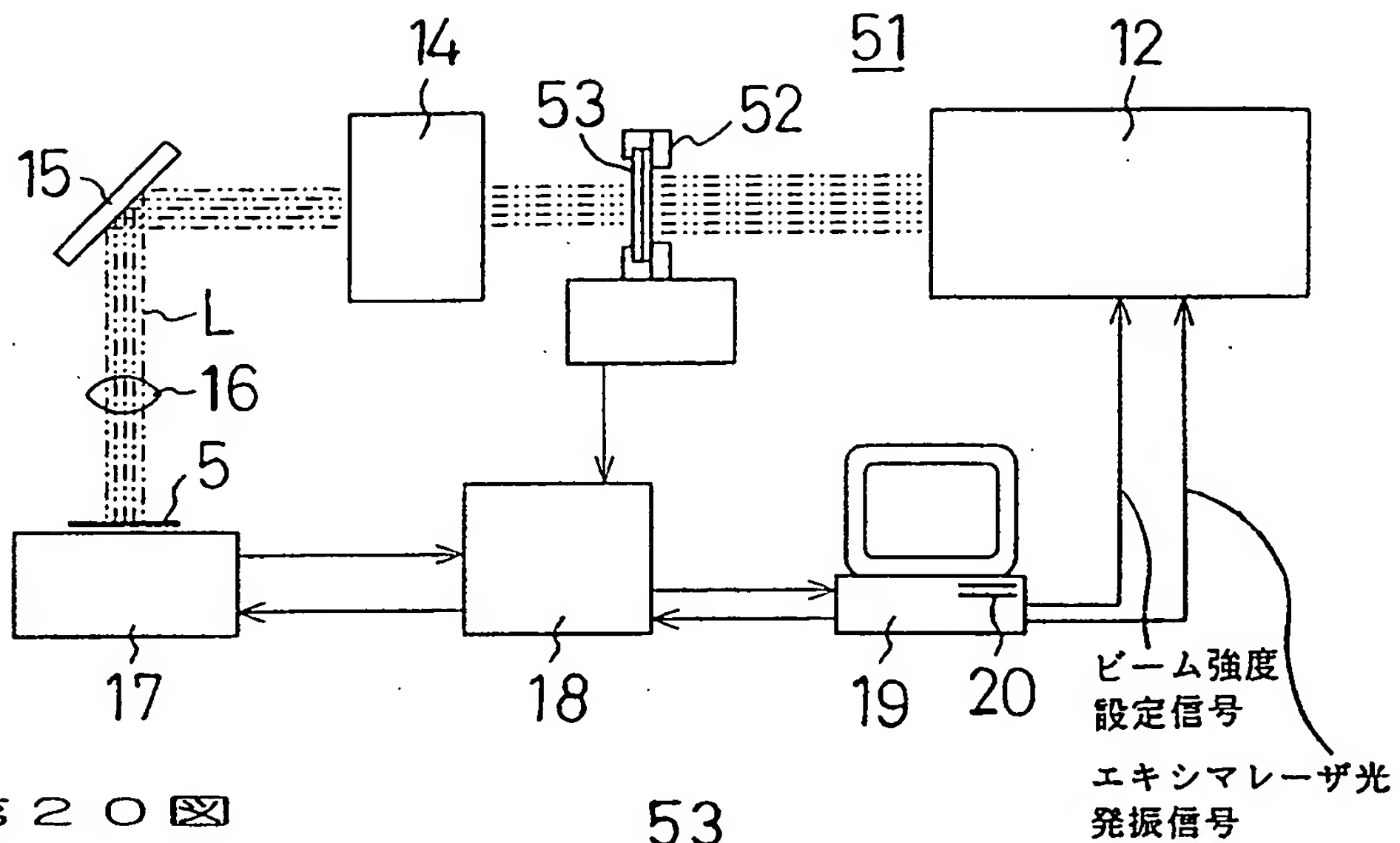
第 1 8 図 (b)



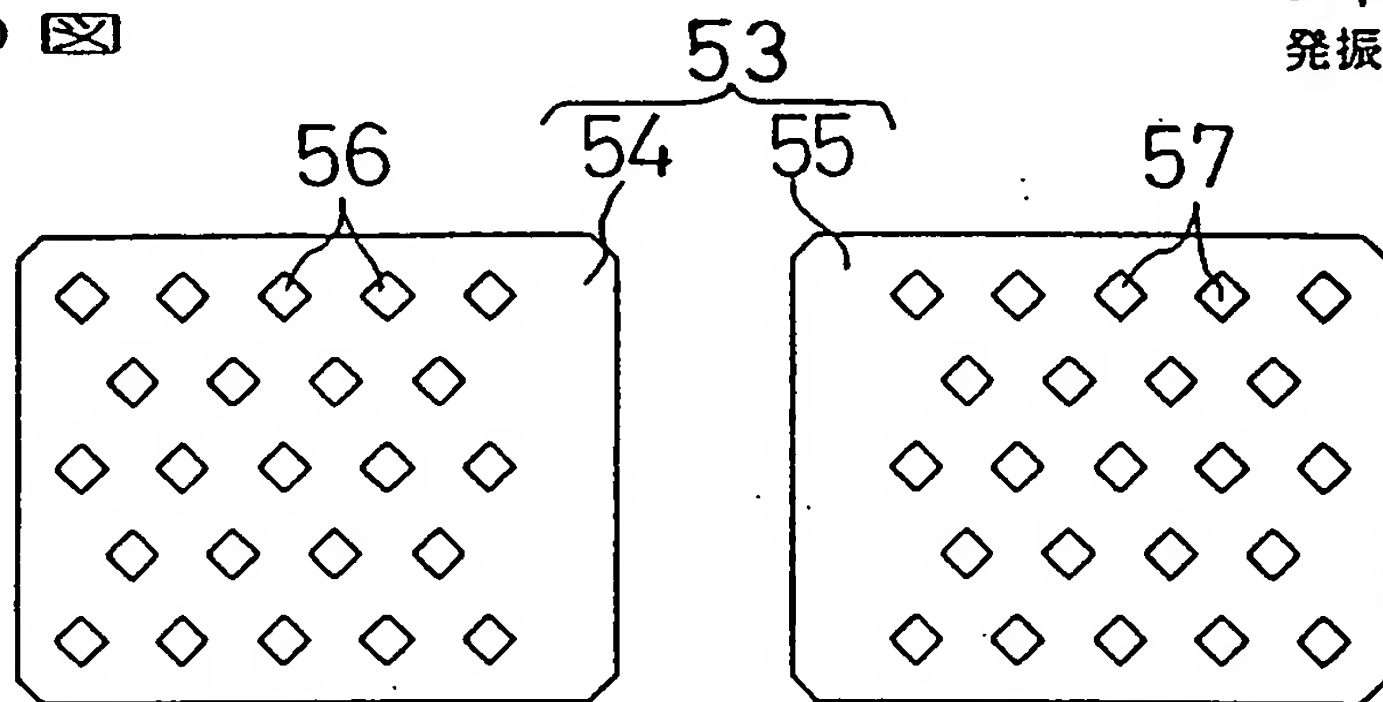


12/15

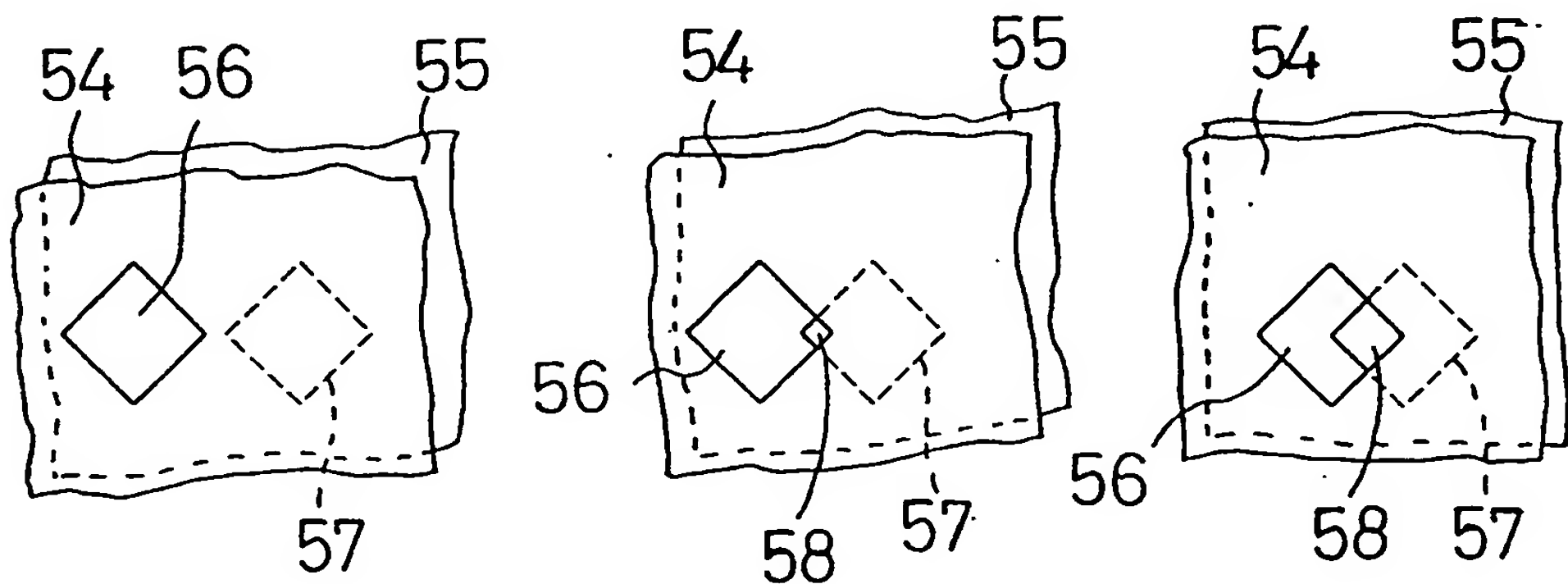
第 1 9 図



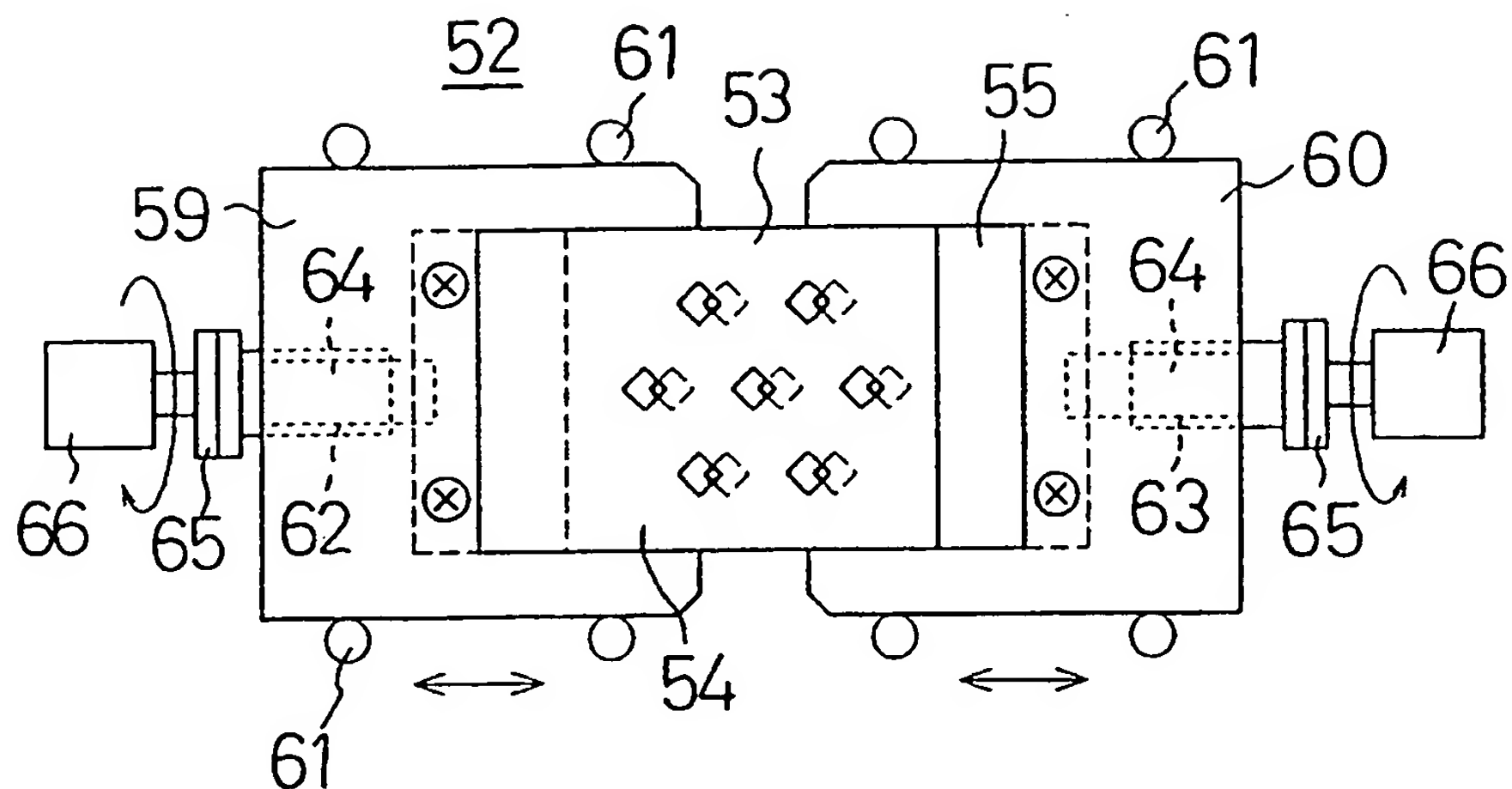
第 2 0 図



第 2 1 図 (a) 第 2 1 図 (b) 第 2 1 図 (c)

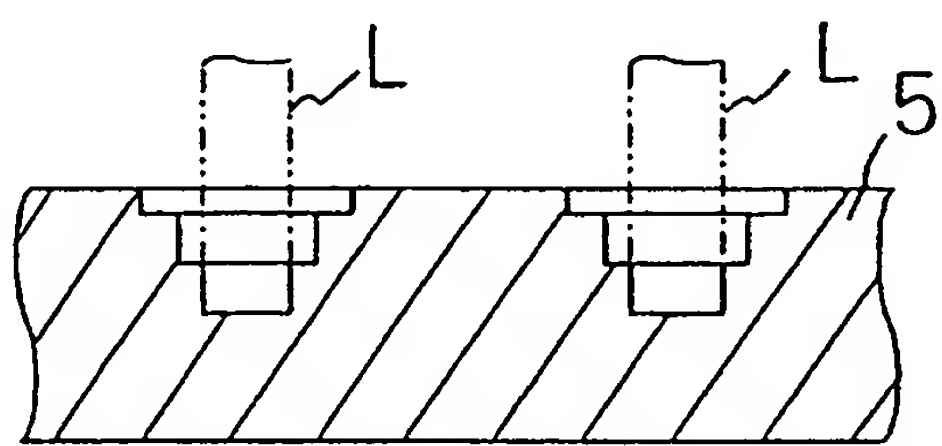
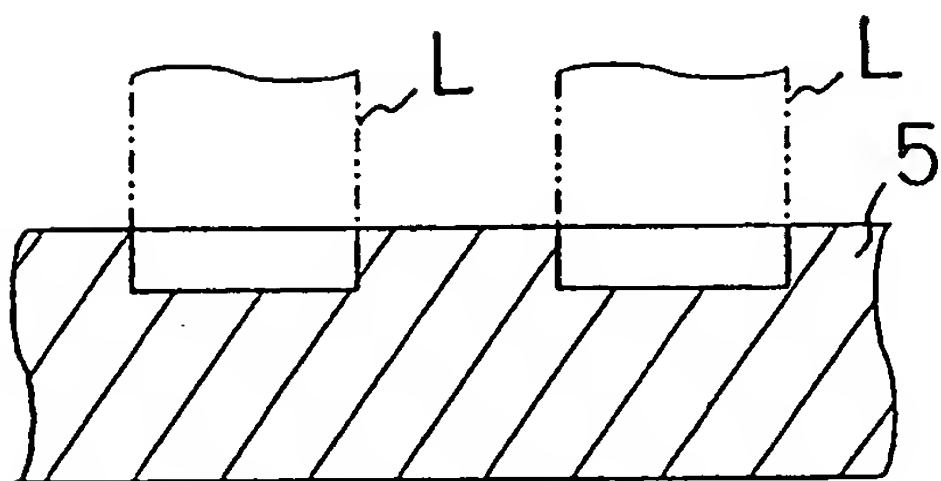


第 2 2 図



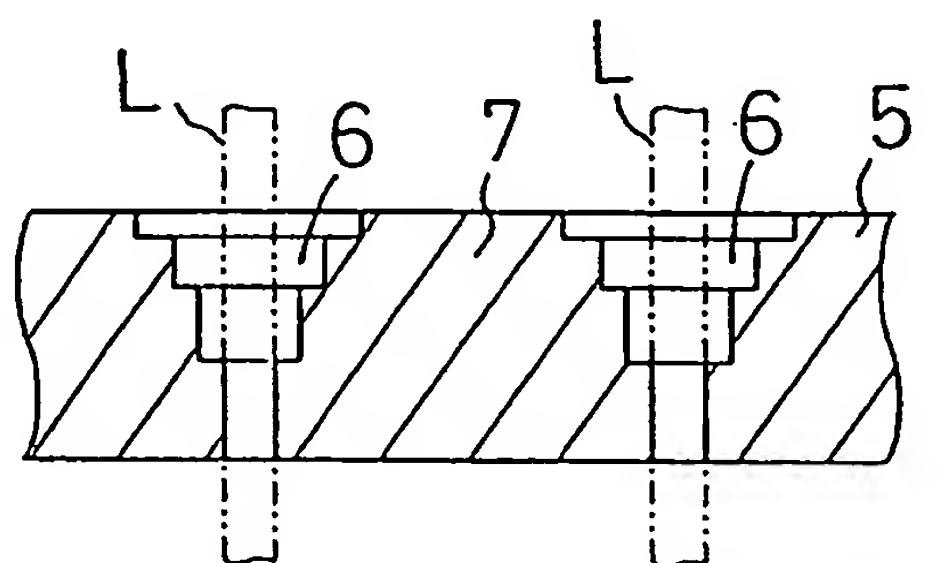
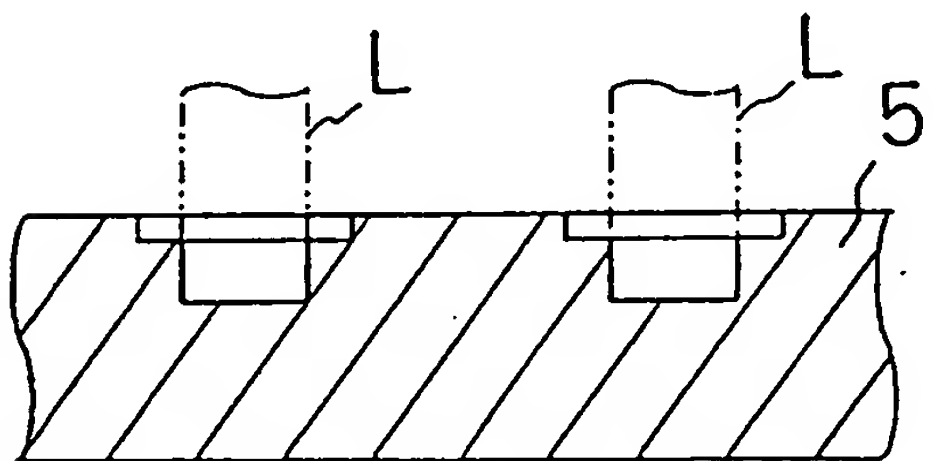
第 2 3 図 (a)

第 2 3 図 (c)



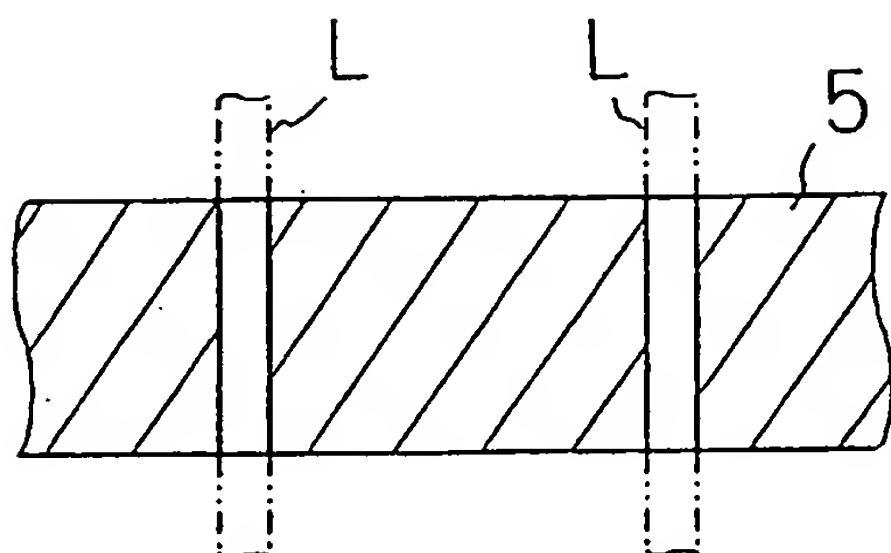
第 2 3 図 (b)

第 2 3 図 (d)

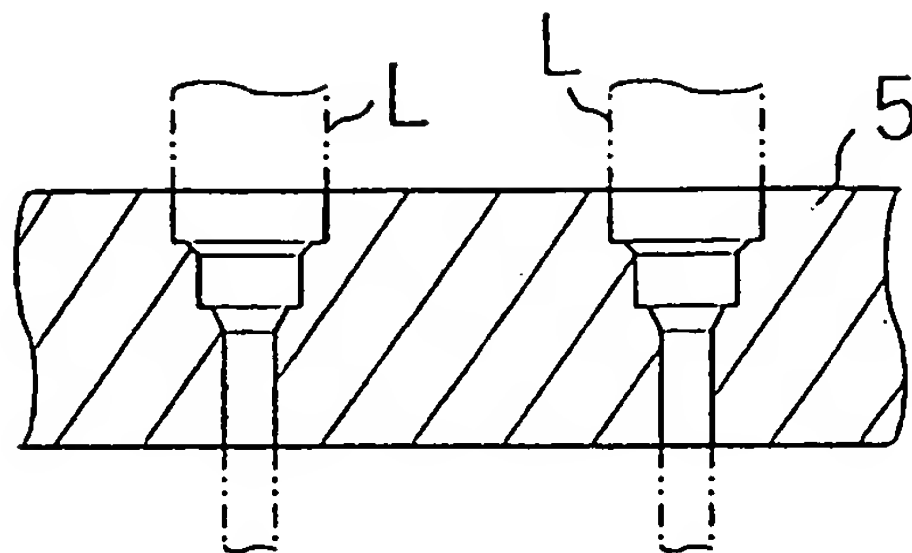


14/15

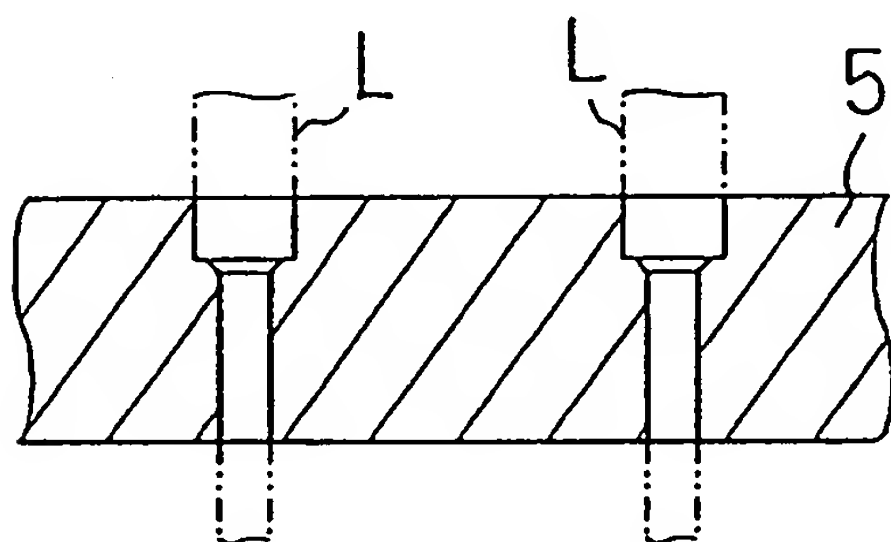
第 2 4 図 (a)



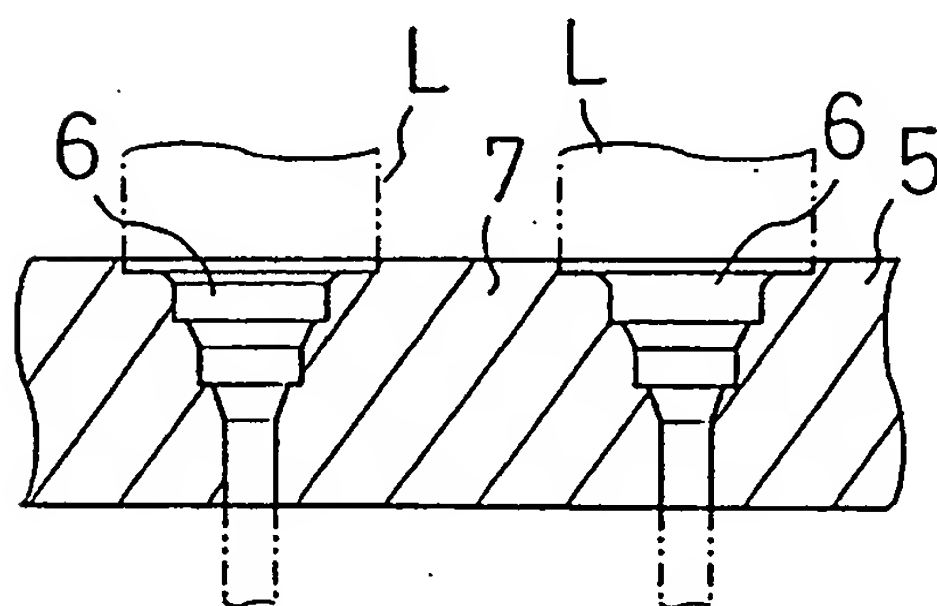
第 2 4 図 (b)



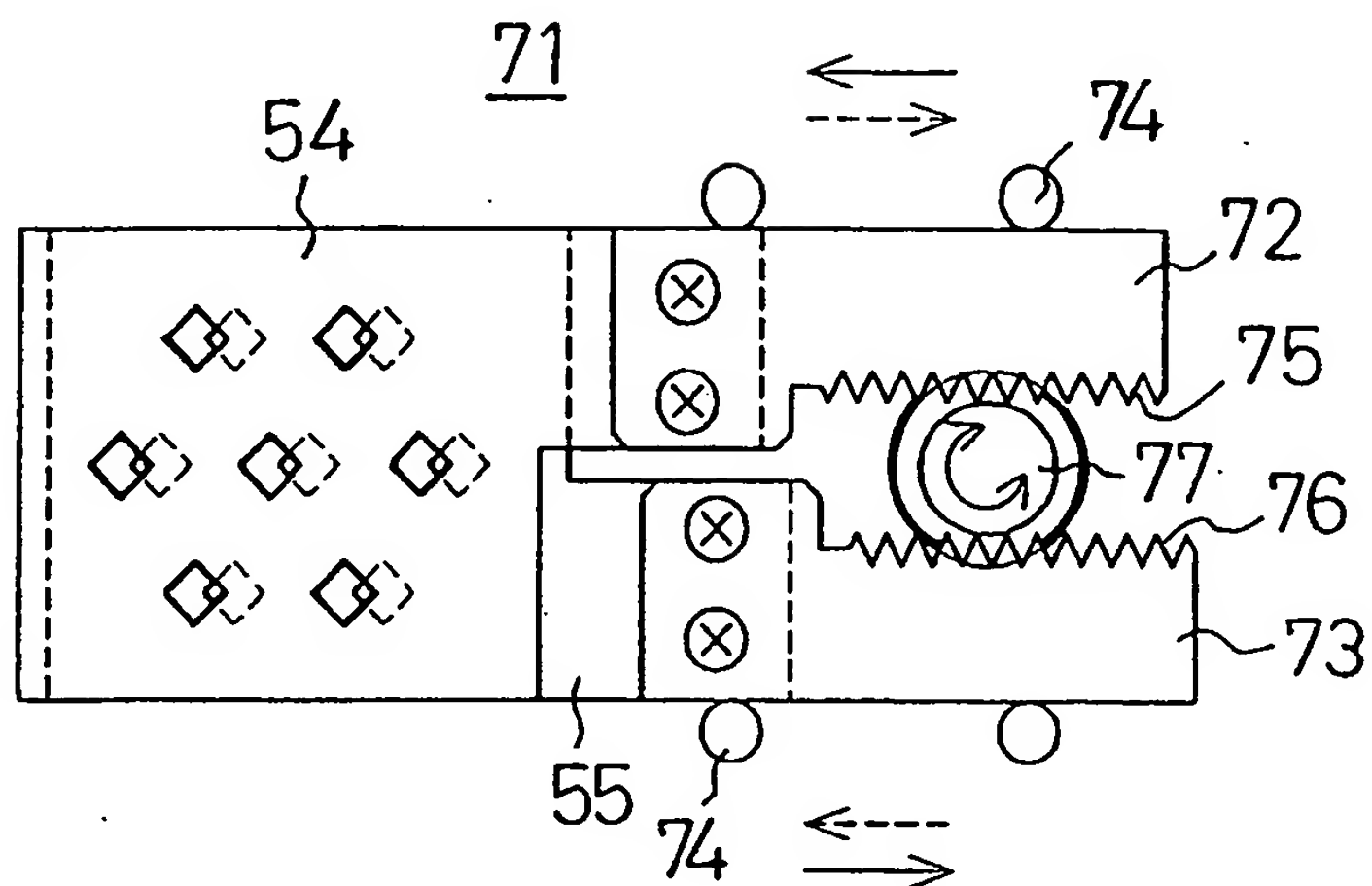
第 2 4 図 (c)



第 2 4 図 (d)

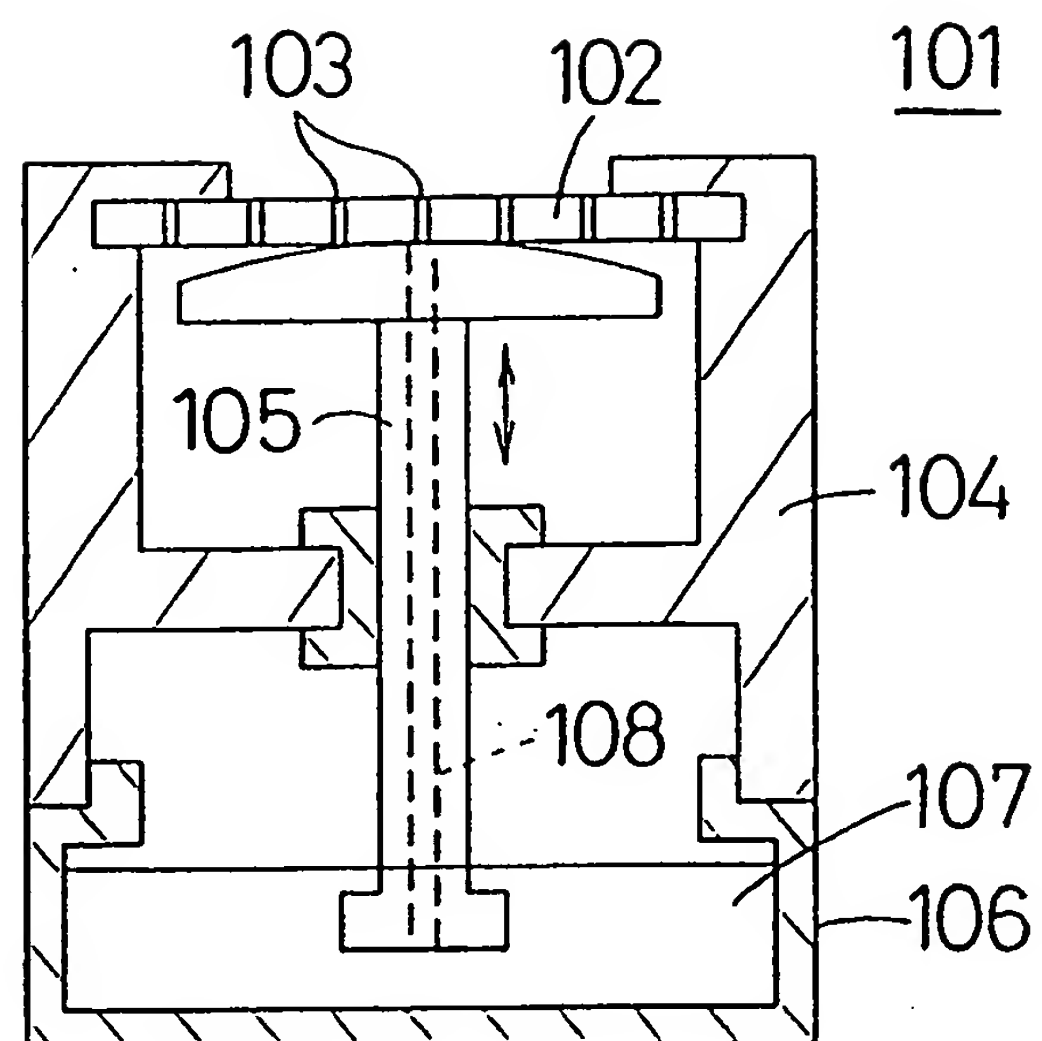


第 2 5 図

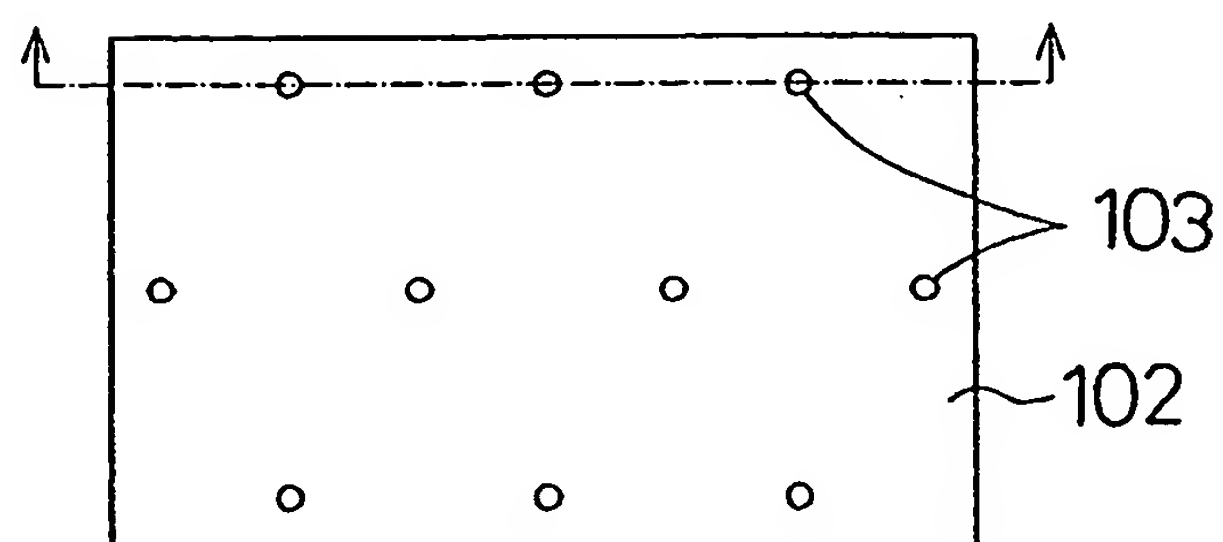


15/15

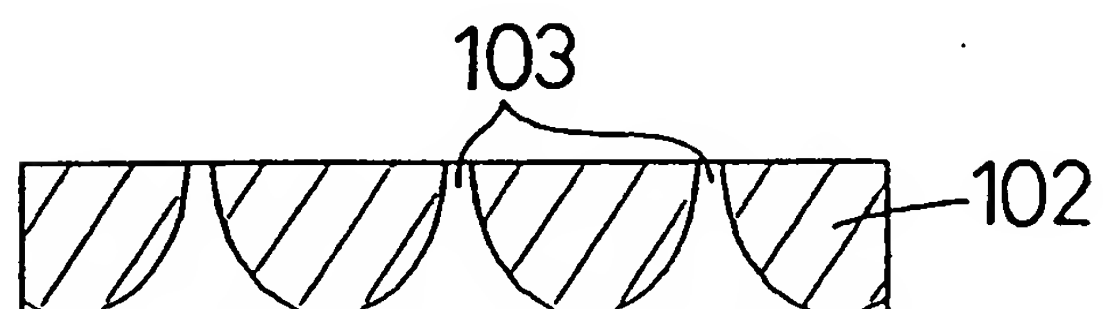
第 2 6 図



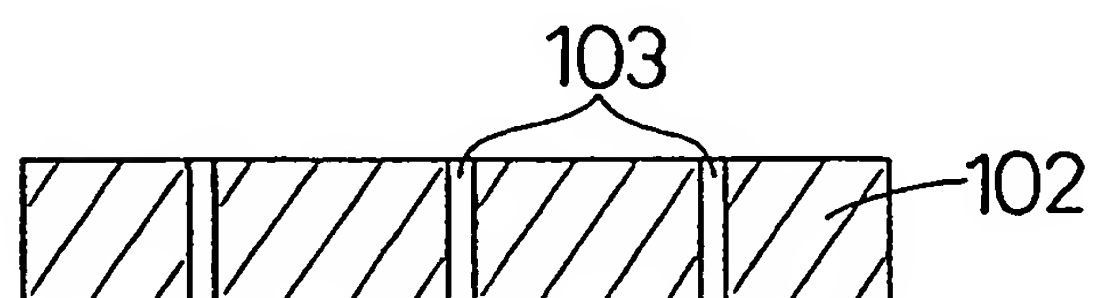
第 2 7 図



第 2 8 図



第 2 9 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB94/00078

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. C1<sup>6</sup> B29D31/00, B23K26/00, B28D1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. C1<sup>6</sup> B29D31/00, B23K26/00, B28D1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1955 - 1994

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 1-266983 (Hitachi Seiko, Ltd.), October 24, 1989 (24. 10. 89) Claim, line 11, upper right column to line 2, lower left column, page 2, line 16, lower right column, page 2 to line 6, lower right column, page 4, Figs. 1 to 8, (Family: none)	1-7
Y	JP, A, 4-9291 (Canon Inc.), January 14, 1992 (14. 01. 92) Claim, lines 1 to 9, upper left column, page 3, line 16, upper left column, page 3 to line 12, upper left column, page 5, Figs. 1 to 6, (Family: none)	1-7, 9-12
Y	JP, A, 4-187392 (Canon Inc.), July 6, 1992 (06. 07. 92) Claim, line 13, upper right column to line 15, lower left column, page 2, line 14, lower right column, page 2 to line 3, lower right column, page 7, line 11, upper right column, page 8 to	1-7, 9-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

September 21, 1994 (21. 09. 94)

Date of mailing of the international search report

October 11, 1994 (11. 10. 94)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/IB94/00078

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	line 12, lower right column, page 9, Figs. 1 to 15, 19 to 23, (Family: none)	



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> B29D31/00, B23K26/00, B28D1/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> B29D31/00, B23K26/00, B28D1/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1955-1994年  
日本国公開実用新案公報 1971-1994年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, A, 1-266983 (日立精工株式会社), 24. 10月, 1989 (24. 10. 89) 特許請求の範囲, 第2頁右上欄第11行-左下欄第2行, 第2頁右下欄第16行-第4頁右下欄第6行及び第1-8図 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP, A, 4-9291 (キヤノン株式会社), 14. 1月, 1992 (14. 01. 92) 特許請求の範囲, 第3頁左上欄第1-9行, 第3頁左上欄	1-7, 9-12

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日  
若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献  
(理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日  
の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と  
矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため  
に引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規  
性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文  
献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性  
がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

21. 09. 94

## 国際調査報告の発送日

11.10.94

## 名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

三 浦 均 ④

4 F 2 1 2 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	<p>第16行-第5頁左上欄第12行及び第1-6図 (ファミリーなし)</p> <p>JP, A, 4-187392 (キヤノン株式会社), 6. 7月, 1992 (06. 07. 92)</p> <p>特許請求の範囲, 第2頁右上欄第13行-左下欄第15行, 第2頁右下欄第14行-第7頁右下欄第3行, 第8頁右上欄 第11行-第9頁右下欄第12行及び第1-15図, 第19 -23図 (ファミリーなし)</p>	<p>1-7, 9-12</p>